

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

на тему: Розробка інноваційних процесів конструкторсько-технологічної підготовки виготовлення деталі «Кришка» редуктору бурового верстата НКР-100М з використанням САПР технологій

Виконав: магістрант
Групи ПМ-24м
Камінський Д.С.

Керівник КМР:
к.т.н, доцент
Рязанцев А.О.

Кривий Ріг
2025 р.

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

на тему: Розробка інноваційних процесів конструкторсько-технологічної підготовки виготовлення деталі «Кришка» редуктору бурового верстата НКР-100М з використанням САПР технологій

Виконав магістрант гр. ПМ-24м

(підпис)

Камінський Д.С.

Керівник КМР

(підпис)

Рязанцев А.О.

Нормоконтроль

(підпис)

Нечаєв В.П.

Завідувач кафедри

(підпис)

Рязанцев А.О.

Кривий Ріг
2025 р.

Криворізький національний університет
Факультет: механічної інженерії та транспорту
Кафедра: технології машинобудування
Ступінь вищої освіти: магістр
Спеціальність: 131 Прикладна механіка
Освітньо-професійна програма: Технології машинобудування

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

(підпис)

(дата)

ЗАВДАННЯ **на кваліфікаційну магістерську роботу**

Магістранта гр. ПМ-24м Камінського Дмитра Сергійовича

1. Тема: Розробка інноваційних процесів конструкторсько-технологічної підготовки виготовлення деталі «Кришка» редуктору бурового верстата НКР-100М з використанням САПР технологій

Керівник КМР: доц., к.т.н. Рязанцев А.О.

Затверджена наказом по КНУ № _____ від «__» _____ 2025 р.

2. Термін подання магістрантом закінченої роботи _____ р.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Креслення вузла. 2. Креслення деталі «Кришка».

3. Річна програма випуску деталей

4. Зміст пояснювальної записки: 1 Розробка та узгодження технічного завдання. 2 Проєктування технологічного процесу складання вузла. 3 Проєктування технологічного процесу. 4 Моделювання та програмування операцій механічної обробки. 5 Проєктування технологічного оснащення. 6 Розрахунок ключових техніко-економічних показників. 7 Комплексна оцінка ефективності проєктних рішень з використанням інноваційно-наукових ресурсів

5. Перелік графічного матеріалу: 1. Кришка. 2. Складальне креслення 3. Ескізи операцій виготовлення деталі «Кришка». 4. Верстатно-інструментальне налагодження. 5. Пристосування фрезерне пневматичне. 6. Контрольне пристосування. 7. План механічного цеху. 8. Науково-дослідницька частина.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Організаційно- економічна підготовка виробництва	Нечаєв В.П. к.т.н., доцент		

7. Календарний план:

Розділи пояснювальної записки	Термін виконання
1 Розробка та узгодження технічного завдання	12.09.2025
1.1 Технічне завдання та аналіз вихідних даних	17.09.2025
1.2 Службове призначення виробу	22.09.2025
2 Проектування технологічного процесу складання	28.09.2025
3 Технологічна підготовка виробництва виробу	01.10.2025
3.1 Техніко-економічний аналіз вихідних даних для обробки деталі	05.10.2025
3.2 Проектування технологічного процесу обробки деталі	15.10.2025
4 Моделювання та програмування операцій механічної обробки	18.10.2025
5 Конструкторська підготовка виробництва	23.10.2025
6 Організаційно-економічна підготовка виробництва	24.10.2025
6.1 Техніко-економічне обґрунтування варіантів маршруту технологічного процесу	06.11.2025
6.2 Реконструкція механоскладального цеху	10.11.2025
6.3 Вибір та обґрунтування засобів та регламентів забезпечення охорони праці, безпечності життєдіяльності, екологічних вимог виробничих процесів	13.11.2025
7 Комплексна оцінка ефективності проектних рішень з використанням інноваційно-наукових ресурсів	16.11.2025
Висновки	17.11.2025
Додатки	18.11.2025
Попередній захист	09.12.2025

Дата видачі завдання: « ____ » _____ 2025 р.

Завдання видав керівник
кваліфікаційної магістерської роботи _____

/Рязанцев А.О./

Завдання отримав
магістрант _____

/Камінський Д.С./

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
					Документація		
	A4	1	КНУ.РК.131.25.1-05.ПЗ	Пояснювальна записка	97		
Справ. №	A4	2	КНУ.КМР.131.25.1-05.ТП	Альбом тех.карт на ТП			
				виготовлення деталі	12		
				Креслення			
	A2	1	КНУ.РК.131.25.1-05.К	Кришка	1		
	A3	2	КНУ.КМР.131.25.1-05.СК	Складальне креслення	1		
	A1	3	КНУ.КМР.131.25.1-05.ЕОВДК	Ескізи операцій виготовлення	1		
				деталі "Кришка"			
	A1	4	КНУ.КМР.131.25.1-05.ВІН	Верстатно-інструментальне	1		
				налагодження			
	A1	5	КНУ.КМР.131.25.1-05.ПФП	Пристосування фрезерне	1		
Подп. и дата				пневматичне			
	A1	6	КНУ.КМР.131.25.1-05.КП	Контрольне пристосування	1		
	A1	7	КНУ.КМР.131.25.1-05.ПМЦ	План механічного цеху	1		
	A2	8	КНУ.КМР.131.25.1-05.НДЧ	Науково-дослідницька	1		
Взам. инв. №				частина			
Подп. и дата							
Инв. № подл.					КНУ.РК.131.25.1-05.ВМ		
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
	Разраб.	Камінський				Лит.	Лист
	Пров.	Рязанцев				Н	Листов
							1
	Н.контр.	Нечаєв			Каф. ТМ гр. ПМ-24м		
	Утв.	Рязанцев					
Відомість матеріалів							
КМР							

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до КМР: 97 стор., 50 рисунків, 30 таблиць, комплект технологічних карт на 12 сторінок, 8 листів графічної частини.

Магістерська робота присвячена створенню технологічного забезпечення процесу виготовлення деталі «Кришка» редуктора з пневмозахватом із використанням сучасних систем автоматизованого проєктування. Редуктори з пневматичними механізмами захоплення широко застосовуються у промисловому обладнанні, де вимоги до точності та надійності є особливо високими. Кришка, як один із ключових конструктивних елементів редуктора, забезпечує правильну роботу та герметичність вузла. У ході дослідження розглянуто можливості застосування САПР на всіх етапах розробки та виготовлення даної деталі.

Сучасне машинобудування потребує ефективних технологій для швидкого та якісного виготовлення складних механічних елементів. Редуктори з пневмозахватами застосовуються в різних галузях — від автоматизованих ліній до робототехніки. Використання САПР у підготовці виробництва таких деталей, як кришки редукторів, допомагає скоротити час проєктування, підвищити точність і забезпечити стабільну якість продукції. Це підкреслює актуальність теми для сучасного промислового виробництва та впровадження цифрових технологій.

Метою роботи є розробка технологічного процесу виготовлення деталі «Кришка» редуктора з пневмозахватом із використанням сучасних САПР-технологій з метою підвищення ефективності та точності виробництва. Для реалізації поставленої мети необхідно виконати такі завдання: проаналізувати конструктивні особливості та технологічні вимоги до деталі «Кришка» редуктора з пневмозахватом; вивчити існуючі методи виготовлення подібних деталей; розробити технологічний процес із застосуванням САПР; здійснити моделювання та оптимізувати розроблений процес; провести оцінку результатів та обґрунтувати доцільність запропонованих технологічних рішень.

Об'єкт дослідження – процес виготовлення деталі «Кришка» редуктора з пневмозахватом.

Предмет дослідження – застосування САПР-технологій у технологічному забезпеченні виробництва цієї деталі.

МЕХАНІЧНИЙ ЦЕХ, ЗАГОТОВКА, КРИШКА, ТЕХНОЛОГІЯ, ЯКІСТЬ, ТОЧНІСТЬ, ПРИСТОСУВАННЯ, РЕЖИМИ, ЕКОНОМІКА, СОБІВАРТІСТЬ

					КНУ.131.25.1-05.P			
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата				
Розроб.	Камінський				Реферат	Літ.	Арк.	Архів
Перевір.	Рязанцев							
Н. Контр.	Нечаєв							
Зав. каф.	Рязанцев					Каф. ТМ гр.ПМ-24м		

ABSTRACT

Explanatory note to the KMR: 97 pages, 50 figures, 30 tables, a set of technological maps on 12 pages, 8 sheets of graphic part.

The master's thesis is devoted to the creation of technological support for the manufacturing process of the 'Cover' part of a reducer with a pneumatic gripper using modern automated design systems. Reducers with pneumatic gripping mechanisms are widely used in industrial equipment where the requirements for accuracy and reliability are particularly high. The cover, as one of the key structural elements of the reducer, ensures the correct operation and tightness of the unit. The study examines the possibilities of using CAD at all stages of the development and manufacture of this part.

Modern mechanical engineering requires effective technologies for the rapid and high-quality manufacture of complex mechanical elements. Gearboxes with pneumatic grippers are used in various industries, from automated lines to robotics. The use of CAD in the preparation of production of such parts as gearbox covers helps to reduce design time, increase accuracy and ensure stable product quality. This emphasises the relevance of the topic for modern industrial production and the introduction of digital technologies.

The aim of the work is to develop a technological process for manufacturing a gearbox cover with a pneumatic clamp using modern CAD technologies in order to increase production efficiency and accuracy. To achieve this goal, the following tasks must be performed: analyse the design features and technological requirements for the 'Cover' part of the reducer with a pneumatic clamp; study existing methods for manufacturing similar parts; develop a technological process using CAD; simulate and optimise the developed process; evaluate the results and justify the feasibility of the proposed technological solutions.

The object of the study is the manufacturing process of the 'Cover' part of a gearbox with a pneumatic clamp.

The subject of the study is the application of CAD technologies in the technological support of the production of this part.

MECHANICAL WORKSHOP, BLANK, COVER, TECHNOLOGY, QUALITY, ACCURACY, ADAPTATION, MODES, ECONOMICS, COST PRICE

					KH9.131.25.1-05.P	Адк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП	10
1 Розробка та узгодження технічного завдання.....	11
1.1 Технічне завдання та аналіз вихідних даних	11
1.2 Службове призначення об'єкту проєктної задач.....	12
1.3 Аналіз якості поверхонь деталі	15
1.4 Вимоги до методів проєктування, обладнання та технологій.....	17
2 Проєктування технологічного процесу складання вузла.....	18
2.1 Призначення й умови роботи вузла	18
2.2 Виявлення та розрахунок лінійних розмірних ланцюгів	20
2.3 Виявлення та розрахунок кутових розмірних ланцюгів	25
2.4 Технологічний процес складання.....	26
3 Проєктування технологічного процесу.....	28
3.1 Вибір, техніко-економічне обґрунтування та проєктування заготовки	28
3.2 Вибір і обґрунтування баз	35
3.3 Вибір і обґрунтування послідовності обробки поверхонь	37
3.4 Розробка маршруту обробки деталі	38
3.5 Розробка технологічних операцій	39
3.6 Розрахунок міжопераційних розмірів і припусків на обробку	41
3.7 Розрахунок і вибір режимів різання. Нормування технологічних операцій.....	46
4 Моделювання та програмування операцій механічної обробки	54
4.1 Розробка верстатно-інструментального налагодження та розрахунково-технологічної карти для операції на верстатах з ЧПК	54
4.2 Візуалізація та перевірка керуючих програм.....	59
5 Проєктування технологічного оснащення.....	64
5.1 Проєктування верстатного пристосування	65
5.2 Проєктування контрольного пристосування	68

					КНУ.131.25.1-05.3		
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата	ЗМІСТ		
Розроб.		Камінський					
Перевір.		Рязанцев			Каф. ТМ гр. ПМ-24м		
Н. Контр.		Нечаєв					
Зав. каф.		Рязанцев					

6 Розрахунок ключових техніко-економічних показників	70
6.1 Проектування механоскладального цеху	70
6.2 Охорона праці та екологія виробництва.....	74
6.3 Розрахунки ключових техніко-економічних показників	77
7 Комплексна оцінка ефективності проектних рішень з використанням інноваційно-наукових ресурсів.....	80
7.1 Особливості процесу обробки глибоких отворів.....	80
7.2 Контроль діаметрів глибоких отворів. Патентний огляд	87
7.3 Рекомендації з підвищення ефективності процесу глибокого свердління	91
ВИСНОВОК.....	95
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	96
ДОДАТКИ.....	98

					КНУ.131.25.1-05.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Машинобудування є основою важкої промисловості й відіграє провідну роль у народному господарстві нашої країни, тому що основні виробничі процеси в промисловості, на транспорті й у сільському господарстві виконують машини. Рівень розвитку машинобудування визначає рівень інших галузей народного господарства. Тому машинобудування на Україні розвивається більше високими темпами, чим інші галузі господарства.

Машинобудування, що забезпечує всі галузі народного господарства, визначає рівень технічного прогресу й впливає на створення матеріально-технічної бази. У зв'язку із цим розвитку машинобудування надається першорядне значення.

До машин, проєктованим і виготовленим у цей час, пред'являється загальна вимога відповідності найвищому сучасному світовому технічному рівню. Це забезпечується:

- а) збільшенням продуктивності й потужності машин;
- б) підвищенням швидкостей, тисків і інших показників інтенсивності виробничих процесів;
- в) підвищенням коефіцієнтів корисної дії машин;
- г) зниженням ваги й габаритів;
- д) широкою автоматизацією керування;
- е) підвищенням надійності й довговічності;
- ж) зниженням вартості виготовлення й збільшенням економічної ефективності експлуатації;
- з) зручністю й безпекою обслуговування;
- і) задоволенням вимог технічної естетики.

До деталей машин пред'являють вимоги, що впливають звідси, працездатності протягом заданого строку їхньої служби при мінімальній вартості виготовлення й експлуатації. Надійність машини визначається її конструктивними особливостями, застосовуваною технологією виготовлення й режимів експлуатації.

Машинобудівний комплекс України переживає в цей момент ривок в області високих технологій. Основні напрямки економічного й соціального розвитку в Україні передбачають високі темпи зростання промислового виробництва за рахунок підвищення продуктивності праці на основі механізації й автоматизації виробництва.

					<i>КНУ.131.25.1-05.B</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док-м.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>ВСТУП</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Архів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Камінський</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Рязанцев</i>						
<i>Н. Контр.</i>		<i>Нечаєв</i>				<i>Каф. ТМ гр.ПМ-24м</i>		
<i>Зав. каф.</i>		<i>Рязанцев</i>						

1 РОЗРОБКА ТА УЗГОДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

1.1 Технічне завдання та аналіз вихідних даних

У роботі розробляється технологічне забезпечення виробництва деталі «Кришка» патрона бурового верстата з використанням САПР з метою підвищення точності та ефективності виготовлення.

Вихідними даними для цієї роботи є креслення деталі «Кришка» та річна програма її виготовлення (1000 шт.). Креслення деталі наведено на рис. 1.1.

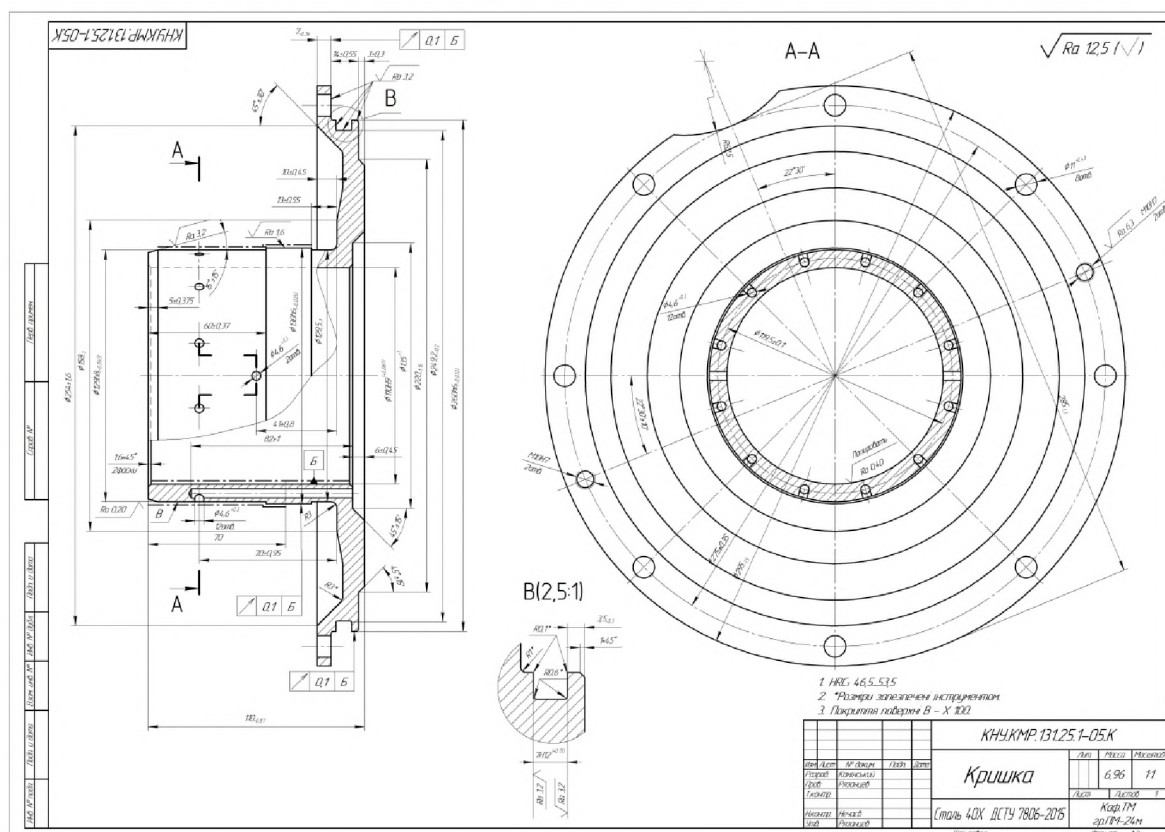


Рисунок 1.1 – Креслення деталі «Кришка»

Метою цієї роботи є розроблення технологічного процесу виготовлення деталі «Кришка» патрона бурового верстата із застосуванням сучасних САПР-технологій, що забезпечить підвищення ефективності виробництва та точності оброблення.

Об'єктом дослідження є процес виготовлення деталі «Кришка» патрона бурового верстата.

					КНУ.131.25.1-05.01.РТУЗТЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Камінський			РОЗРОБКА ТА УЗГОДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ		Літ.	Арк.	Архів
Перевір.		Рязанцев							
Н. Контр.		Нечаєв			Каф. ТМ гр.ПМ-24м				
Зав. каф.		Рязанцев							

Предметом дослідження є використання САПР-технологій у розробленні технологічного забезпечення виробництва деталі «Кришка».

1.2 Службове призначення об'єкту проєктної задач

Буровий станок НКР-100М використовується для буріння в підземних умовах віялових свердловин кругового перерізу діаметром від 105 до 130 мм. Роботи можуть виконуватися як у вертикальній, так і в горизонтальній площинах у гірських породах міцністю $f = 6-18$. Станок застосовується під час видобутку корисних копалин та зведення підземних споруд.

У породах середньої міцності буріння здійснюється з використанням пневмоударника. Якщо породи є маломіцними, можливе роторне буріння, при якому пневмоударник замінюється відповідною буровою коронкою. Також обладнання може застосовуватися для буріння дегазаційних і дренажних свердловин та виконання інших допоміжних робіт.

Модифікація НКР-100М оснащена пневматичним приводом і забезпечує буріння свердловин на глибину до 50 метрів.

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики НКР-100М

Діаметр свердловини, мм	105
Глибина буріння, м	50
Робочий тиск, МПа: повітря води	0,5 1...1,2
Витрата повітря, м³/хв	17
Витрата води, л/хв	10...12
Зусилля подачі, кгс	600
Габаритні розміри видобутку, м: для горизонтального буріння для вертикального буріння	2,8×1,8 2,8×2,8
Маса (без штанг), кг	664
Маса комплекту поставки, кг	1343

					КНУ.131.25.1-05.01.РТУ3ТЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.2 – Буровий станок НКР-100М

					КНУ.131.25.1-05.01.РТУ3Т3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відповідно до службового призначення вибираємо матеріал сталь 40X, вона застосовується для середньо навантажених деталей невеликих розмірів (осі, вали, вали-шестірні, колінчаті вали й інші деталі, що піддаються поліпшенню), підвищеної міцності.

Сталь 40X відноситься до поліпшених конструкційних сталей, що використовуються після загартування і високого відпуску (поліпшення). Сталь піддають загартуванню при 860°C в маслі і високому відпуску при 500 °C. Після такої обробки структура сталі сорбіт.

Сталь повинна мати високу межу текучості, низьку чутливість до концентрації напруг, а у виробках, що працюють при багаторазово збільшуються навантаженнях - висока межа витримки і достатній запас в'язкості, однак прокалювання сталі 40X невеликі, тому після високого відпуску охолодження повинне бути швидким: для малих деталей в маслі і для великих у воді, чи в нашому випадку можна застосувати поверхневе загартовування з нагріванням ТВЧ при охолодженні у воді, водяному розчині чи гліцерину олії. Після загартування з індукційним нагріванням виріб піддають низькому відпуску при 160-200 °C. У цьому випадку при загартуванні охолодження проводять не до кінця, і в деталі зберігається деяка кількість теплоти, що нагріває загартований шар до температур відпуску.

Після загартовування сталь 40X має високу твердість (HRC50-60), стійкість до зносу і не схильна до крихкого руйнування.

Деякі поверхні деталі піддаються подальшому хромуванню для підвищення міцності, корозійної стійкості і для забезпечення гарної теплопровідності, що впливає на температурний режим поверхонь тертя.

Хімічний склад сталі 40X приводимо у таблиці 1.1.

Таблиця 1.2 - Хімічний склад сталі 40X, % (ДСТУ 7806:2015)

C	Si	Mn	Cr	P	Ni	S	Cu
				Не більше			
0,36-0,44	0,17-0,37	0,5-0,8	0,8-1,1	0,035	0,3	0,03 5	0,3

Механічні властивості сталі 40X по ДСТУ 8479-70 приведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.3 - Механічні властивості сталі 40X по ДСТУ 7806:2015

Стан постачання, режим Т/О	Перетин, мм	кп	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	Ψ	кци, Дж/см	НВ
			МПа		%			
			Не менше					
Нормалізація	300-500	345	345	590	17	40	54	174-217
Загартування відпуск	300-500	395	395	615	17	45	54	187-229

					КНУ.131.25.1-05.01.РТУ3ТЗ				Адк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

При відсутності сталі 40X на складі деталь "кришку" можна виготовити зі сталі 40XH.

Призначення сталі - відповідальні навантажені деталі, що піддаються вібраційному і динамічному навантаженням, до яких пред'являються вимоги підвищеної міцності і в'язкості.

Хімічний склад сталі 40XH приведені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Хімічний склад сталі 40XH, % (ДСТУ 7806:2015)

C	Si	Mn	Cr	Li	P	S	Cu
					Не більше		
0,36-0,44	0,17-0,37	0,50-0,8	0,45-0,75	1,00-1,4	0,035	0,035	0,3

Механічні властивості в залежності від температури відпустки приведені в таблиці 1.5 - для температури відпустки 400°C.

Таблиця 1.5 - Механічні властивості в залежності від температури відпустки

Температура відпустки °C	тг	тв	δ5	Ψ	ан, Дж/см	НВ
	МПа		%			
Загартування 820 °C, масло						
400	1220	1370	10	41	32	387

Температура кування, °C: початку 1250, кінця 830. Перетин до 50 мм прохолоджуються на повітрі з 201 до 300 мм - з піччю.

1.3 Аналіз якості поверхонь деталі

Для аналізу якості поверхонь деталі "кришка" на ескізі (див. рисунок 1.1) пронумеруємо всі оброблювані поверхні, і всі дані занесемо в таблицю 1.5.

Основною поверхнею, що визначає положення кришки у вузлі, є ø110H9 (4) і торець 14_{±0,43} (10). Допоміжними поверхнями є поверхні (1) ø129h8, канавка в=7 (8), вільними - торці (12) і (13). Поверхня В піддається загартуванню ТВЧ HRC 51,5...55,5, а також покриттю – X100, що також підвищує твердість і зносостійкість.

Поверхня ø110H9 (4) необхідно полірувати.

Деталь "кришка" має трохи точних поверхонь. А саме:

- зовнішня циліндрична поверхня ø129h8. Після покриття і полірування ця поверхня шліфується до чистоти Ra 0,2.

- зовнішня циліндрична поверхня ø130h6, шліфується до чистоти Ra1,6.

					КНУ.131.25.1-05.01.РТУЗТЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Це обумовлено тим, що по даному діаметрі кришка сполучається з підшипником.

Таблиця 1.6 -Аналіз якості поверхонь деталі "кришка"

№ пов.	Номинальний розмір	Квалітет ІТ	Допуск Т чи відхилення розміру	Шорсткість Ra	Відхилення форми і розташування поверхні
1	Ø129	h8	-0,063	0,2	↗ 0,1 Б
2	Ø130	h6	-0,025	1,6	
3	Ø129,5	14	-1,0	12,5	
4	Ø110	H9	+0,087	0,4	
5	Ø295	14	-1,3	12,5	
6	Ø260	h6	-0,032	3,2	↗ 0,1 Б
7	Ø158	14	-1	12,5	
8	в = 7	H12	+0,15	3,2	
9	5	12	±0,1	3,2	
10	14	12	±0,2	3,2	
11	110	14	±0,3	12,5	↗ 0,1 Б
12	13	14	-0,36	12,5	
13	110	14	±0,3	12,5	
14	3	14	±0,1	12,5	
15	R62,5	14	+0,74	12,5	
16	Ø11 8отв.	14	+0,43	12,5	
17	Ø4,6 12отв.	14	+0,3	12,5	
18	Ø4,6 12отв.	14	+0,3	12,5	
19	M10-7H	7		6,3	
20	Ø4,6 2отв.	14	+0,3	12,5	

- зовнішня циліндрична поверхня Ø260 h7 обробляється до чистоти Ra3,2. По даній поверхні кришка сполучається із шестернею.

- отвір Ø110H9, у процесі обробки полірується до Ra0,4. В отворі переміщається поршень пневмоциліндра. Цим обумовлена дана точність поверхні.

- паз в=7H12 Ra3,2 призначений для манжети, що охороняє вихід повітря циліндра.

- зовнішні діаметри Ø130h6 (2), Ø260 h7 (6), а також торець $14_{\pm 0,55}$ (10) повинні мати радіальне биття відносно Ø110H9 (4) не більш 0,1 мм.

					КНУ.131.25.1-05.02.ТЕАВД	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

1.4 Вимоги до методів проектування, обладнання та технологій

Оскільки тематика магістерської роботи передбачає використання систем автоматизації, зокрема CAD-систем, на основі отриманого 2D-креслення було побудовано тривимірну модель деталі «Кришка» патрона бурового верстата (рис. 1.3). Створена 3D-модель застосовуватиметься для подальшого моделювання процесу обробки в САМ-системі.

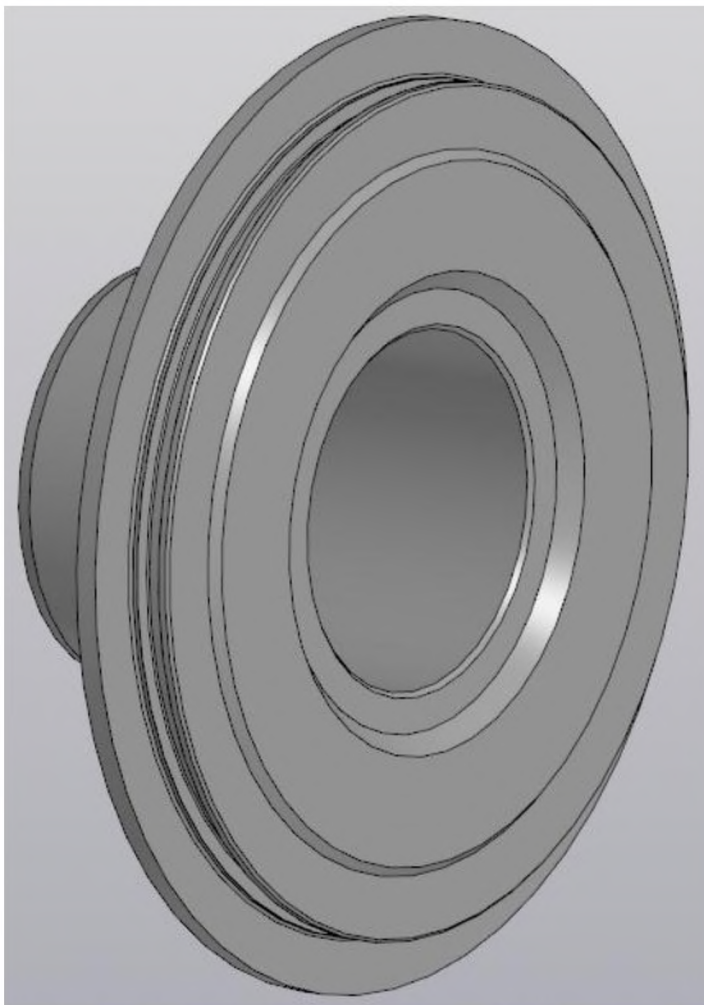


Рисунок 1.3 – 3D модель деталі «Кришка»

					КНУ.131.25.1-05.02.ТЕАВД	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

2 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СКЛАДАННЯ ВУЗЛА

2.1 Призначення й умови роботи вузла

Верстат НКР100М призначений для буріння в підземних умовах свердловин в породах міцністю $f = 6 \dots 18$.

Падаючий патрон (рисунок 2.1) призначений для створення зусилля подачі і обертання бурового інструменту під час буріння чи при видачі його зі свердловини.

Падаючий патрон представляє собою одноступінчатий редуктор з пневматичним затискним пристроєм. Він складається зі шестерні 1 і зубчастого колеса 2, внутрішня порожнина якого одночасно є циліндром затискного пристрою. Шестерня 1 з підшипником 24 встановлюються у корпусі 12 і кришці 16. Від попадання шламу підшипники захищені манжетами 4 і закриті кришками 3.

Пневматичний затискний пристрій, який установлений на підшипниках 23, складається з зубчастого колеса 2, зафіксованого кришкою 5, в нутрі якого знаходиться поршень 6 і гільза 8 з кулачками 10. Гільза закручується у зубчасте колесо, а кулачки фіксуються від випадання кільцем 7. Поршень ущільнюється резиновими кільцями 9 і 14.

Стиснене повітря з затискного пристрою підводиться через кришки 11 і 22 та ущільнюється манжетами 20 і 21.

Для заливки і злива мастила у корпусі є отвори, які закриваються пробками 15 і 25. Крім того, у корпусі запресовані дві бронзові втулки 13, які ковзають по направляючим при переміщенні падаючого патрону.

У кришці 16 кріпляться дві різьбові втулки 17, у які закручуються штоки датчиків.

Для затискання штанги поршень затискного пристрою переміщується вліво і конусною частиною натискає на кулачки, які розташовані в пазах гільзи. При осьовому переміщенні поршня на 32 мм забезпечується радіальне переміщення кулачків на 4 мм. Розтискання кулачків відбувається при переміщенні поршня вправо.

					<i>КНУ.131.25.1-05.02.ПТПСВ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Камінський</i>			<i>ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СКЛАДАННЯ ВУЗЛА</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Архів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Рязанцев</i>						
<i>Н. Конт.</i>		<i>Нечаєв</i>				<i>Каф. ТМ гр.ПМ-24м</i>		
<i>Зав. каф.</i>		<i>Рязанцев</i>						

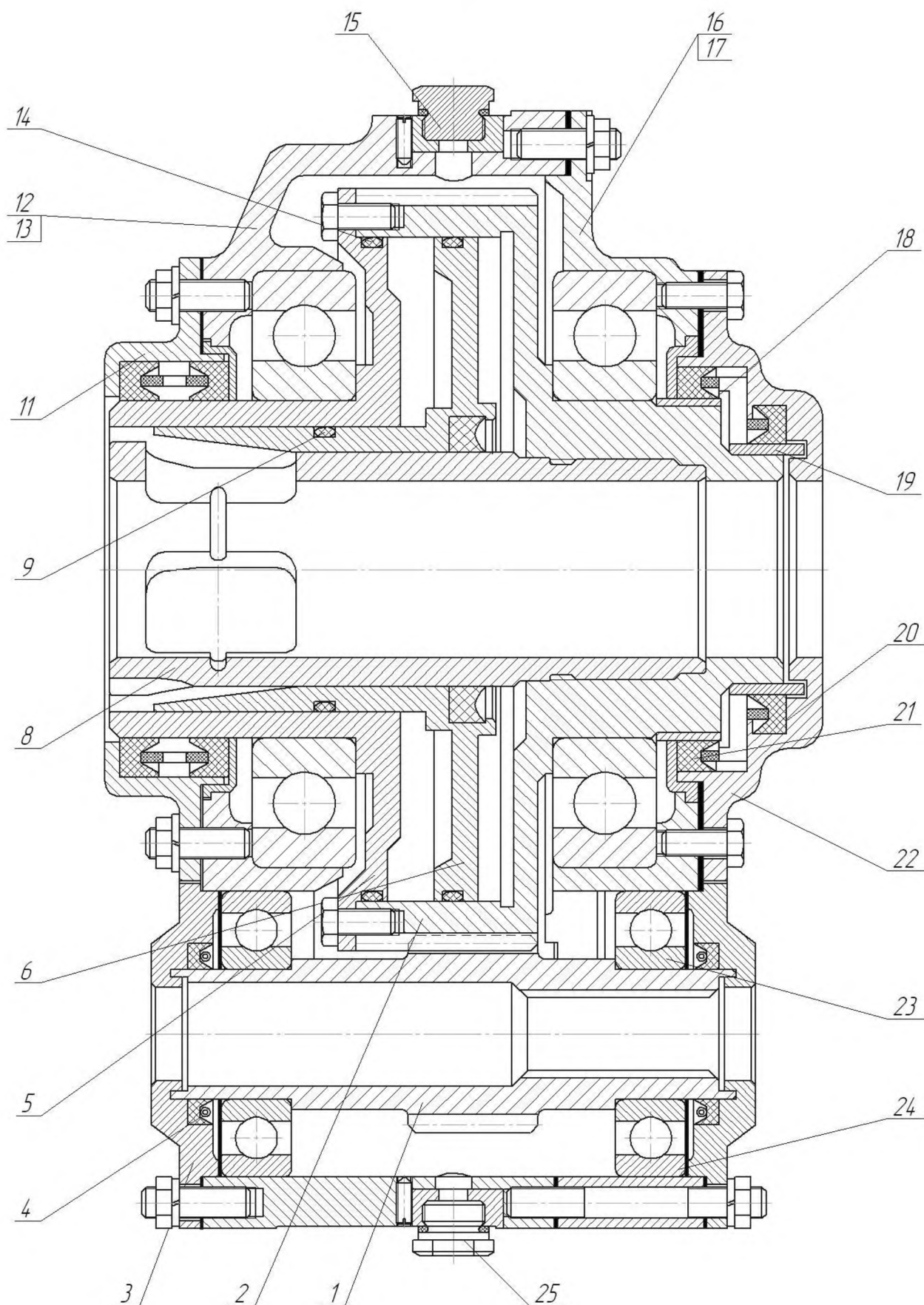


Рисунок 2.1 – Падаючий патрон

					КНУ.131.25.1-05.02.ПТПСВ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

2.2 Виявлення та розрахунок лінійних розмірних ланцюгів

У складальному вузлі виділимо лінійний розмірний ланцюг А (рисунок 2.2), який визначає величину замикаючої ланки – зазору між торцем підшипника та торцем спряженої деталі.

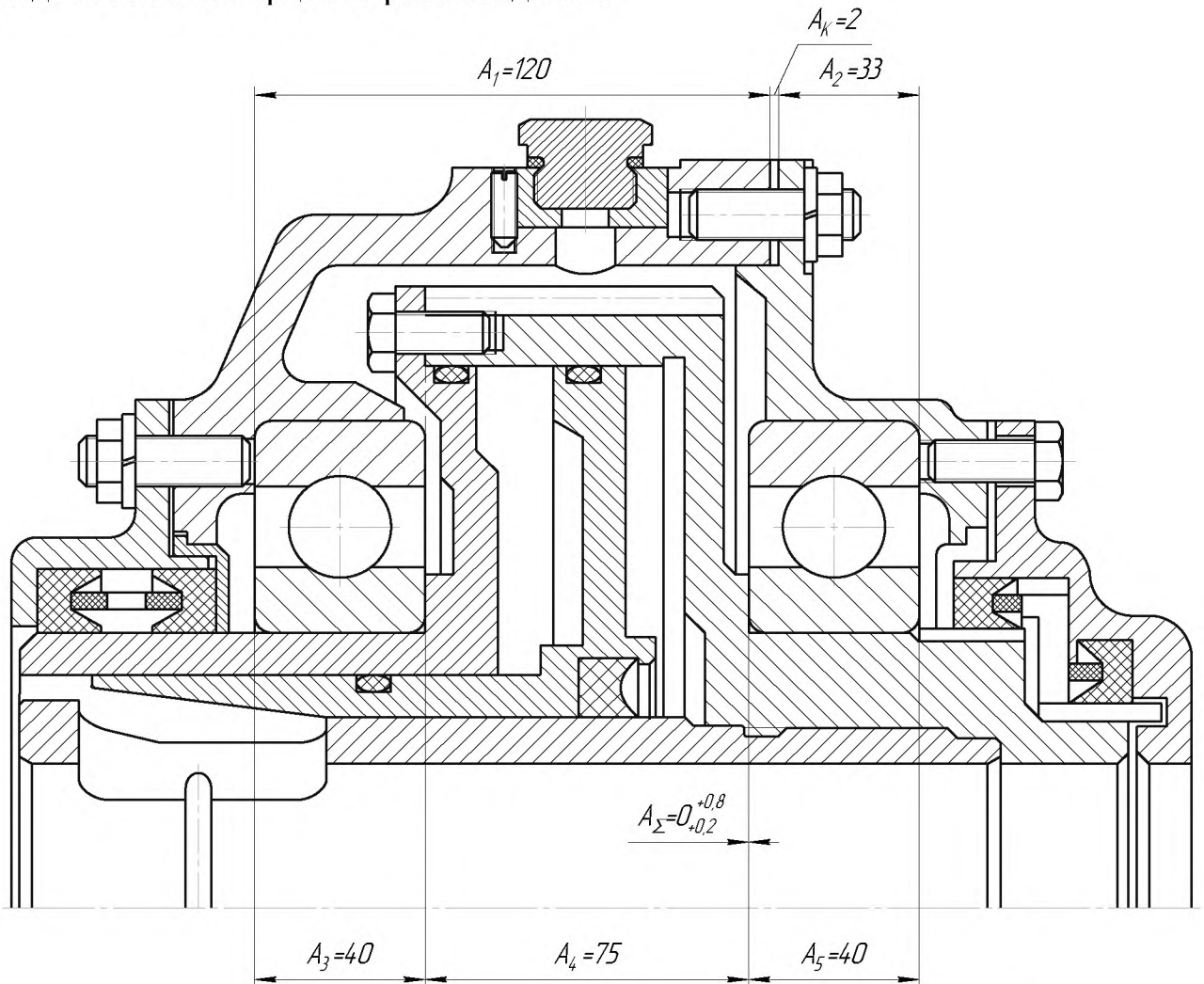


Рисунок 2.2 – Схема лінійного розмірного ланцюга А

Зменшуючими ланками є A_3 , A_4 , A_5 .

Збільшуючи ми ланками є A_1 , A_2 , A_K .

Замикаюча ланка A_Σ .

Проводимо прямий розрахунок лінійного ланцюга за методикою розрахунку ланки-компенсатора.

Ланкою компенсатором (A_K) приймаємо комплект дистанційних прокладок певної товщини.

Вихідні дані для розрахунку:

$A_1=120\text{Js}14(\pm 0,435)$;

$A_2=10\text{Js}14(\pm 0,310)$;

$A_3=A_5=40_{-0,2}$ – ширина радіального підшипника ДСТУ 8338-75;

$A_4=75\text{Js}14(\pm 0,370)$;

Арк.

КНУ.131.25.1-05.02.ПТПСВ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

$A_{\Sigma} = 0^{+0,8}_{+0,2}$ – замикаюча ланка (зазор між торцями підшипника та спряженої деталі);

$A_K = 2 \pm 0,05$ мм – ланка-компенсатор, що представляє собою набір прокладок.

Величина компенсації розраховується за формулою:

$$T_K = T_{\Sigma} - [T_{\Sigma}], \text{ мм} \quad (2.1)$$

де T_{Σ} – технологічно досяжний допуск на замикаючу ланку (як сума допусків складових ланок розмірного ланцюга, $T_{\Sigma} = 2,63$ мм);

$[T_{\Sigma}]$ – потрібний допуск на замикаючу ланку (вихідні дані).

Підставимо значення у формулу:

$$T_K = 2,63 - 0,6 = 2,03 \text{ (мм)}$$

Необхідна кількість сходинок компенсатора:

$$N = \frac{T_K}{[T_{\Sigma}] - T_{\text{КОМП}}} + 1 \quad (2.2)$$

$$N = \frac{2,03}{0,6 - 0,1} + 1 = 5,06$$

Приймаємо $N=5$.

Уточнення величини сходинки компенсатора:

$$T_{CT} = \frac{T_K}{N - 1}, \text{ мм} \quad (2.3)$$

$$T_{CT} = \frac{2,03}{5 - 1} = 0,507 \text{ (мм)}$$

Середній розмір компенсатора:

$$A_{CK} = A_{\text{КОМП}} + \Delta C_{\text{КОМП}} + \Delta C_{\Sigma} - [\Delta C_{\Sigma}], \text{ мм} \quad (2.4)$$

де $A_{\text{КОМП}}$ – номінальний розмір ланки-компенсатора, мм;

$\Delta C_{\text{КОМП}}$ – середина поля технологічно досяжного допуску ланки-компенсатора, мм;

$[\Delta C_{\Sigma}]$ – середина поля потрібного допуску ланки-компенсатора.

Підставимо значення у формулу:

$$A_{CK} = 2 + 0 + 0,5 - 0 = 2,5 \text{ (мм)}$$

Граничні значення компенсатора:

$$A_{KMAX} = A_{CK} + \frac{T_K}{2} \quad (2.5)$$

$$A_{KMAX} = 2,5 + \frac{2,03}{2} = 3,515 \text{ (мм)}$$

					КНУ.131.25.1-05.02.ПТПСВ	Адк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$A_{KMIN} = A_{CK} - \frac{T_K}{2} \quad (2.6)$$

$$A_{KMIN} = 2,5 - \frac{2,03}{2} = 1,485(\text{мм})$$

Розміри сходинок змінних деталей отримуємо шляхом віднімання від максимального розміру ланки-компенсатора величини сходинок компенсатора:

3,515±0,1мм,
 3,008±0,1мм,
 2,501±0,1мм,
 1,994±0,1мм,
 1,485±0,1мм.

Таблиця 2.1 – Розмірні ланцюги

Вихідні данні		Розрахункові величини			
Позначення ланки	Номінальний розмір, мм	Квалітет	Допуск	Розмір з відхиленням	ΔCi
A ₁	120	14	0,87	120±0,435	0
A ₂	10	14	0,62	10±0,31	0
A ₃ =A ₅	40	Ст.	0,2	40 _{-0,2}	-0,1
A ₄	75	14	0,74	75±0,37	0
A _K	2		0,1	2±0,05	0

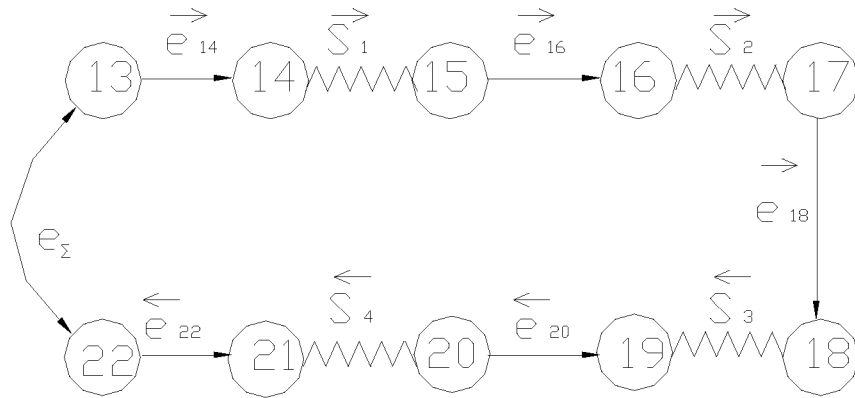
Таблиця 2.2 - Розрахунок розмірних ланцюгів методом компенсації з використанням як компенсатори прокладок однакової товщини

Призначення розмірного ланцюга	Ланцюг А - забезпечення зазору між кришкою і підшипником	Значення вихідної ланки	$0^{+1,1}_{+0,1}$					
Схема розмірного ланцюга		Вихідні дані			Розрахункові величини			
		Обознач. ланки	Мінім. розміри	i	Квалітет	Допуск	Розміри з відхилений.	ΔC
		$\overrightarrow{A_1}$	204	2,89	14	1,15	$204 \pm 0,0575$	0
		$[A_2]$	12	1,08	12	0,18	$12 \pm 0,09$	0
		A_3	27	Ст.	Ст.	0,12	$27_{-0,12}$	-0,06
		A_4	126	2,52	13	0,63	$126 \pm 0,315$	0
		A_5	27	Ст.	Ст.	0,12	$27_{-0,12}$	-0,06
		A_6	12	1,08	12	0,18	$12^{+0,18}$	+0,09
		$\overrightarrow{A_K}$	2			0,4	$2 \pm 0,2$	0
				$\Sigma 7,57$		$\Sigma 2,78$		
Розрахунок розмірного ланцюга		β_2	50		Ст.	0,01		+0,005
$\overrightarrow{A_1}$ - відстань між торцями кришок; $\overleftarrow{A_2}$ - висота ніжки кришки; $\overleftarrow{A_3}$ - ширина підшипника; $\overleftarrow{A_4}$ - відстань між торцями вала; $\overleftarrow{A_5}$ - ширина підшипника; $\overleftarrow{A_6}$ - висота ніжки кришки; $\overleftarrow{\beta_2}, \overleftarrow{\beta_6}$ - биття підшипників; $\overleftarrow{\beta_{10}}, \overleftarrow{\beta_8}$ - биття ніжки кришки; $\overleftarrow{\beta_4}$ - биття вала; $\overrightarrow{\beta_9}$ - відхилення від прямолінійності корпусу.		β_4	60		12	0,16		+0,08
		β_6	110		Ст.	0,018		+0,009
		β_8	164		11	0,2		+0,1
		$\overrightarrow{\beta_9}$	204		11	0,12		+0,06
		β_{10}	164		13	0,5		+0,25
						$\Sigma 1,008$		
						$\Sigma 3,788$		

КНУ.131.25.1-05.02.ПТРСВ

Лист

Таблиця 2.3 - Таблиця кутового розмірного ланцюга вероятностным методом

Позначення і призначення розмірного ланцюга	Визначення величини відносного зсуву в опорах і відносному перекосі в зубцюватому зачепленні	Призначення вихідної ланки розмірного ланцюга	$j_n = 0,1 \text{ мм}$ $a_w = 178 \text{ мм}$ $f_a = \pm 0,05 \text{ мм}$				
Схема розмірного ланцюга			Шукана величина	Значення шуканої величини			
			e_Σ	$0 \pm 0,025$			
			em_{e_Σ}	0			
			T_{e_Σ}	0,05			
			P_Σ	0,01			
Ланка	Найменування розміру	Величина	em_i	em_{si}	T_{si}	α_i	K_i
S ₁ , S ₄	Посадки підшипників на вал;	$50 \frac{L6}{m6} \left(\frac{-0,01}{+0,025} \right)$	$\frac{-0,005}{+0,017}$	+0,006	0	0,1	1,22
S ₂ , S ₃	Посадки підшипників у склянку;	$110 \frac{H7}{j6} \left(\frac{+0,035}{-0,013} \right)$	$\frac{+0,0175}{-0,0065}$	+0,0055	0,048	0,1	1,22
e ₁₄ , e ₂₂	Неспіввісність посадкових шийок вала;	$50 = \frac{0,012}{2} = 0,006$				0,1	0,75
e ₁₆ , e ₂₀	Радіальне биття підшипників качення;	$\frac{0,001}{2} + \frac{0,018}{2} = 0,014$				0,1	0,75
e ₁₈	Неспіввісність отворів у корпусі.	$110 = \frac{0,025}{2} = 0,0125$				0,1	0,75

КНЧ.13.1.25.1-05.02.177ПВ

2.3 Виявлення та розрахунок кутових розмірних ланцюгів

Схема кутового розмірного ланцюга α зображена на рисунку 2.3.

Кутовий розмірний ланцюг визначає величину перекосу зубчатого колеса по відношенню до осі механізму через наявний зазор у підшипниках кочення та зазор, що присутній у з'єднанні корпус-підшипник

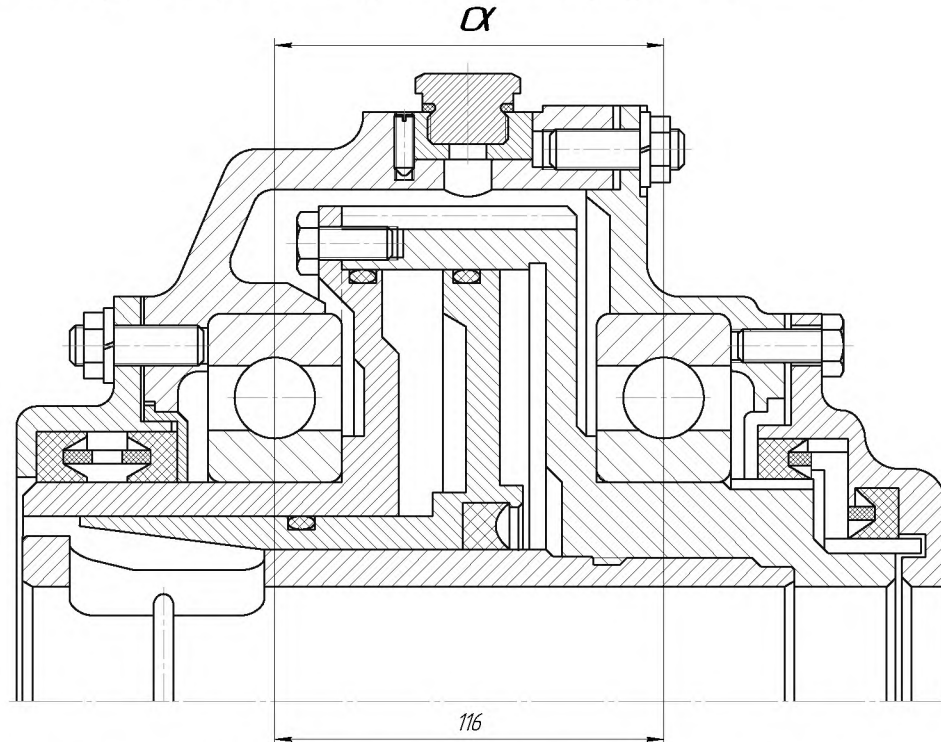


Рисунок 2.3 – Схема кутового розмірного ланцюга α

Визначаємо максимальний радіальний зазор у даних підшипниках, використовуючи довідкові дані – $G_{\text{РАД}} = 35 \text{ мкм}$.

Зазор у з'єднанні корпус-підшипник становить $S_{\text{MAX}} = 46 \text{ мкм}$.

Побудуємо схему перекосу, що зображена на рисунку 2.4.

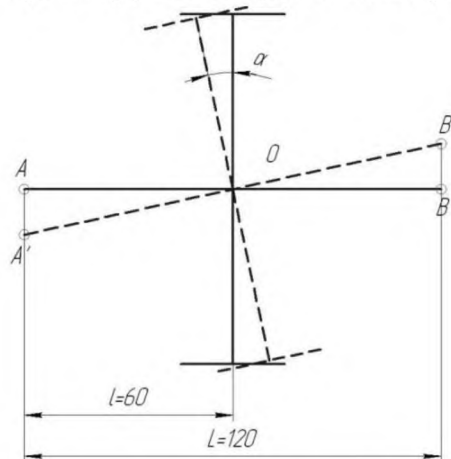


Рисунок 2.4 – Схема перекосу

					КНУ.131.25.1-05.02.ПТПСВ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де L – відстань між підшипниками, мм;

l – відстань від одного підшипника до осі зубчастого колеса, мм;

α - кут перекоосу, $aa' = bb' = G_{РАД} + S_{МАХ}$.

Визначимо кут перекоосу осі за формулою:

$$\alpha = \arctg\left(\frac{G_{РАД} + S_{МАХ}}{l}\right) \quad (2.7)$$

Підставимо значення у формулу і отримаємо:

$$\alpha = \arctg\left(\frac{0,035 + 0,046}{60}\right) = 0,0773 \approx 4'38''$$

Максимально допустимий перекис вісі для зубчастого колеса $f_x = 85 \text{ мкм}$ при ширині вінця $b = 60 \text{ мм}$ (параметри зубчастого колеса: $m = 3$, $d = 288 \text{ мм}$, $z = 96$).

На рисунку 2.5 представлена схема для визначення допустимого кута перекоосу зубчастого колеса.

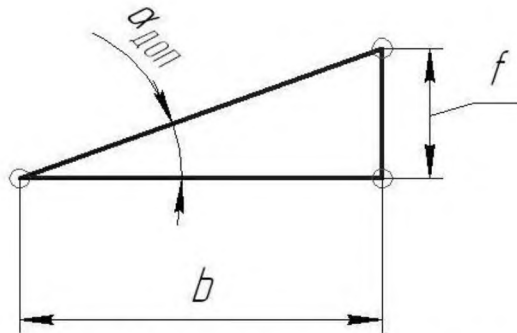


Рисунок 2.5 – Схема визначення допустимого кута перекоосу зубчастого колеса

Визначимо допустимий для даного зубчастого колеса кут перекоосу:

$$\alpha_{дп} = \arctg\left(\frac{0,085}{60}\right) = 0,081168 \approx 4'52''$$

Таким чином, розрахований кут перекоосу зубчастого колеса менший за допустимий.

2.4 Технологічний процес складання

Визначаємо порядок складання вузла Валу вторинного та представляємо послідовність складання на рисунку 2.6.

На основі схеми складання розроблюємо операційний технологічний процес складання. Послідовність процесу відображаємо у технологічних картах.

Процес складання виконуємо методом ланки-компенсатора.

					КНУ.131.25.1-05.02.ПТПСВ	Адж.
Змн.	Арж.	№ док.м.	Підпис	Дата		

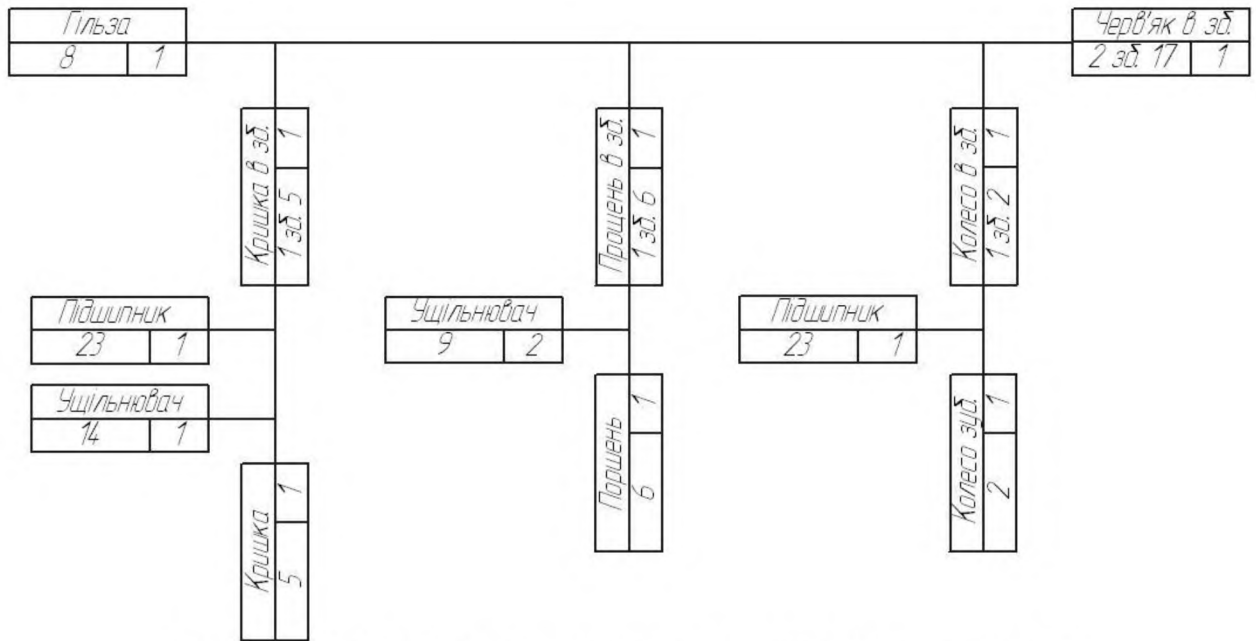


Рисунок 2.6 – Схема складання вузла Падаючий патрон

3 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

3.1 Вибір, техніко-економічне обґрунтування та проектування заготовки

Аналізуючи тип виробництва, конструкцію й вагу деталі, матеріал, дійдемо висновку, що заготівлю можна одержати як обробкою тиском, так і литтям, і комбінованим способом (зварювання штампування й прокату). Однак, по службовому призначенню й умовам роботи найбільше доцільно одержати заготівлю кришки обробкою тиском. Ефективність способів даного методу можна оцінити матрицею впливу факторів, наведеної в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 - Матриця впливу факторів

Спосіб виготовлення заготівлі	Фактори					Сума
	Форма й розміри заготівлі	Необхідна точність і якість заготівлі	Технол. властивості мат-ла	Річна програма	Виробничі можливості підприємства	
Кування на молотах	+	+	+	+	+	5
Кування на пресах	+	+	+	+	+	5
Кування штампуванням КГШП	+	+	+	+	+	5
ГКМ	+	+	+	-	-	3
Гвинтові преси	+	+	+	+	-	4
Гідравлічні преси	+	+	+	+	-	4
Прокат	-	-	+	-	-	1
Комбінована	+	-	-	-	+	2

З даних методів проектування заготівлі зупиняємося на:

- 1) гарячому штампуванню;
- 2) вільному куванню.

Холодне штампування виключаємо, тому що вона забезпечує одержання штампованих деталей у готовому виді.

А також виключенню підлягає прокат, тому що по ДСТУ2590-88 найбільший діаметр прокату, що виготовляє, становить 270 мм, а проектована деталь має найбільший діаметр 295 мм.

Зварена заготівля володіє високої технологічністю, тому що неї одержують шляхом зварювання фланця, вирізаного з листового прокату й безшовної труби, що знижує витрати на виготовлення заготівлі.

					КНУ.131.25.1-05.03.ПТП		
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата			
Розроб.		Камінський			ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ		
Перевір.		Рязанцев					
Н. Контр.		Нечаєв					
Зав. каф.		Рязанцев			Каф. ТМ гр.ПМ-24м		

Недоліком цього методу є наявність стадії передбачаємо також механічну обробку (підточування) місця посадки деталей.

Визначимо технологічну собівартість по двох варіантах.

1) Кування штампована КГШП

Технологічну собівартість визначаємо по формулі:

$$S_{\text{заг}} = (S_i / 1000 \cdot Q \cdot K_T \cdot K_c \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{\Pi}) - (Q - q) \cdot S_{\text{отх}} / 1000 \quad (3.1)$$

де S_i – базова вартість 1т заготовель для сталі 40Х– 5267,47грн;

Q – маса заготовки – 13,18кг;

K_T – коефіцієнт точності – $K_T = 1,0$;

K_c – коефіцієнт, що враховує ступінь складності – $K_c = 1,15$;

K_B – коефіцієнт, що враховує масу кування – $K_B = 0,89$

K_M – коефіцієнт, що враховує матеріал – $K_M = 1,13$;

K_{Π} – коефіцієнт, що враховує програму випуску – $K_{\Pi} = 1,0$;

$S_{\text{отх}}$ – вартість 1т. відходів – $S_{\text{отх}} = 36$ грн;

q – вага деталі – 6,96кг;

$$S_{\text{заг}} = (5,268 \cdot 13,18 \cdot 1,0 \cdot 1,15 \cdot 0,89 \cdot 1,13 \cdot 1,0) - (13,18 - 6,96) \times 0,036 = 62,65 \text{ грн}$$

1) Кування кована.

Розрахунок технологічної собівартості кування кованої ведемо по формулі 3.1

$$S_i = 5267,47 \text{ грн}; \quad Q = 35,47 \text{ кг}$$

$$S_{\text{заг}} = (5,268 \cdot 35,47 \cdot 1,0 \cdot 1,15 \cdot 0,89 \cdot 1,13 \cdot 1,0) - (35,47 - 6,96) \cdot 0,036 = 215,08 \text{ грн}$$

З розрахунків видно, що дешевше виходить заготовля, виготовлена штампуванням.

Визначення загальних припусків і граничних відхилень кування штампованої здійснюємо по ДСТУ75-05-89.

1. Вихідні дані: сталь 40Х ДСТУ 7806-2015; річна програма випуску – 1000 шт; маса деталі - 6,96 кг.

Маса кування визначається по формулі

$$G_{\text{пр}} = K_p' \cdot G_d \quad (3.2)$$

де $K_p' = 1,8$ – розрахунковий коефіцієнт;

G_d - маса деталі.

$$G_{\text{пр}} = 1,8 \cdot 6,96 = 12,52 \text{ кг}$$

					КНУ.131.25.1-05.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

Устаткування КГШП; нагрівання індукційний; клас точності Т-3.

Хімічний склад сталі: С- 0,4%, Si – 0,27%, Mn – 0,65%, Cr – 1,0%, Ni – 0,25%

Виходячи із цього визначаємо групу сталі - М2.
Ступінь складності.

$$D_{\text{дет}} = 295\text{мм}; H_{\text{дет}} = 110\text{мм};$$

$$G_{\text{ф}} = \rho \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot H \cdot 10^{-3} \text{ кг} \quad (3.3)$$

де $G_{\text{ф}}$ – фактична маса;

$$G_{\text{ф}} = 7,85 \cdot \frac{3,14 \cdot 295^2}{4} \cdot 110 \cdot 10^{-3} = 59 \text{ кг}$$

Визначаємо відношення:

$$G_{\text{н}} / G_{\text{ф}} = \frac{6,96}{59} = 0,118$$

Тоді ступінь складності - С4.

Поверхня рознімання - плоска (П) і перетинає деталь по максимальному перетині $\varnothing 295\text{мм}$

Вихідний індекс - 15.

2. Призначаємо припуски й ковальські напуски.

2,4 - діаметр 295, чистота поверхні 12,5;
3,0 - діаметр 260, чистота поверхні 3,2;
2,2 - діаметр 250, чистота поверхні 12,5;
2,0 - діаметр 158, чистота поверхні 12,5;
2,7 - діаметр 110, чистота поверхні 0,63;
2,7 - діаметр 130, чистота поверхні 12,5;
2,2 - діаметр 220, чистота поверхні 12,5;
1,7 - товщина 24, чистота поверхні 12,5;
2,0 - товщина 17, чистота поверхні 3,2;
2,4 - товщина 110, чистота поверхні 12,5;
1,7 - товщина 3, чистота поверхні 12,5.

3. Призначаємо додаткові припуски, що враховують відхилення:

а) від площинності й прямолінійності – 0,5мм;
б) зсуву по поверхні рознімання – 0,3мм.

4. Розраховуємо номінальні розміри заготовлі.

$\varnothing 295 + (2,4 + 0,3) \cdot 2 = 300,6\text{мм}$; приймаємо діаметр 301мм

					КНУ.131.25.1-05.03.ПТТ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\varnothing 260 + (3,0 + 0,3) \cdot 2 = 266,6\text{мм}$; приймаємо діаметр 267мм
 $\varnothing 250 + (2,2 + 0,3) \cdot 2 = 245\text{мм}$;
 $\varnothing 220 + (2,2 + 0,3) \cdot 2 = 225\text{мм}$;
 $\varnothing 158 + (2,0 + 0,3) \cdot 2 = 162,6\text{мм}$; приймаємо діаметр 163мм
 $\varnothing 110 + (2,7 + 0,3) \cdot 2 = 104\text{мм}$;

Товщина $110 + (2,4 + 0,5) \cdot 2 = 115,8\text{мм}$; приймаємо 116мм
 Товщина $3 + (2,4 - 1,7) = 3,7\text{мм}$; приймаємо 4мм
 Товщина $17 + (2,4 - 2,0) = 17,4\text{мм}$; приймаємо 17мм
 Товщина $24 + (2,4 - 2,0) = 28,1\text{мм}$; приймаємо 28мм

$\varnothing 130 + (2,7 + 0,3) \cdot 2 = 136\text{мм}$.

Радіус закруглення зовнішніх кутів на глибину порожнини штампів приймаємо $r_H = 3\text{мм}$, радіуси внутрішніх $r_B = 7,5\text{мм}$.

5. Відхилення розмірів, що допускають:

діаметр 301 $^{+3,0}_{-1,5}$;

діаметр 267 $^{+3,0}_{-1,5}$;

діаметр 245 $^{+2,7}_{-1,3}$;

діаметр 225 $^{+2,7}_{-1,3}$;

діаметр 163 $^{+2,7}_{-1,3}$;

діаметр 136 $^{+2,4}_{-1,2}$;

діаметр 104 $^{+1,2}_{-2,1}$;

товщина 115 $^{+2,7}_{-1,3}$;

товщина 28 $^{+1,8}_{-1,0}$;

товщина 17 $^{+1,8}_{-1,0}$;

товщина 4 $^{+1,0}_{-1,0}$.

Штампувальні ухили по зовнішній поверхні – 7° ; по внутрішньої – 10° .
 Допуски радіусів закруглення: $r_H = 3\text{мм} \pm 0,5\text{мм}$; $r_B = 7,5\text{мм} \pm 2,0\text{мм}$. Величина, що допускає, залишкового облою - 1,0мм. Величина зсуву, що допускає, по поверхні рознімання штампа - 0,8мм. Величина висоти, що допускає, задирок - 5мм.

Кування кована.

По ДСТУ7062-79 "вільне кування на пресах" призначаємо припуски.

Додатковий припуск на площину - 5мм

Таблиця 3.2 - Припуски й допуски на розміри кування

Розмір деталі	Припуск	Доповнить. припуск	Розмір заготівлі	Допуск
$\varnothing 295$	9,5	5	$\varnothing 295 + 2(9,5 + 5) = 324$	± 7
110	9,5	5	$110 + 2(9,5 + 5) = 139$	± 7

					КНУ.131.25.1-05.03.ПТП	АДК.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

Щоб прошити отвір $d = 110\text{мм}$ беремо $d_{\text{пр}} = 80\text{мм}$. Тоді припуск отвору $\delta = d - d_{\text{пр}} = 110 - 80 = 30\text{мм}$.

Розрахунок вихідної заготовки

Визначаємо обсяг вихідної заготовки

$$V_{\text{в.з.}} = V_{\text{п}} + V_{\text{о}} + V_{\text{у}} + V_{\text{пер}} \quad (3.4)$$

де $V_{\text{п}}$ – обсяг кування, м^3 ;

$V_{\text{п}}$ – обсяг облоя, м^3 ;

$V_{\text{о}}$ – обсяг вигару, м^3 ;

$V_{\text{пер}}$ – обсяг перемички, м^3 .

$$V_{\text{п}} = \frac{3,14 \cdot 223,4^2}{4} \cdot 2 + \frac{3,14 \cdot 264,2^2}{4} \cdot 15 + \frac{3,14 \cdot 298,6^2}{4} \cdot 10,4 + \frac{3,14 \cdot 85,8}{3} \times (61,9^2 + 80,6^2 + 61,9 + 61,9 \cdot 80,6) - \frac{3,14 \cdot 105,8^2}{4} \cdot 113,2 = 2009035,6 \text{ мм}^3$$

$$V_{\text{о}} = F_{\text{ок}} \cdot P \cdot K \quad (3.5)$$

де $F_{\text{ок}}$ – площа облойного кільця;

P – периметр заготовки в плані, $P = 3,14 \cdot 298,6 = 937,6\text{мм}$;

$K = 0,75 - 0,8$ (по спр. коваля)

Висота облоя розраховується по формулі:

$$h_{\text{о}} = C_{\text{о}} \sqrt{F_{\text{п}}} \quad (3.6)$$

де $C_{\text{о}} = 0,013 - 0,16$, $F_{\text{п}}$ – площа заготовки в плані,

$$F_{\text{п}} = \frac{3,14 \cdot 298,6^2}{4} = 69992,14\text{мм}^2$$

тоді, $h_{\text{о}} = 0,013 \sqrt{69992,14} = 3,43\text{мм}$

Знаходимо площу облойного кільця

$$F_{\text{ок}} = 3,14 (152,73)^2 - (149,3)^2 = 3252,92\text{мм}^2;$$

Звідси $V_{\text{о}} = 3252,92 \cdot 937,6 \cdot 0,75 = 2287453,2\text{мм}^3$;

$V_{\text{у}} = 0,03 \cdot (V_{\text{п}} + V_{\text{о}}) = 0,03 (2009035,6 + 2287453,2) = 128894,66\text{мм}^3$;

$$V_{\text{пер}} = \frac{\pi \cdot D_{\text{пер}}^2}{4} \cdot S_{\text{пер}} \quad (3.7)$$

де $D_{\text{пер}}$ – діаметр перемички, $D_{\text{пер}} = 105,8\text{мм}$;

$S_{\text{пер}}$ – товщина перемички, $S_{\text{пер}} = 0,1 \cdot D_{\text{пер}} = 0,1 \cdot 105,8 = 10,58\text{мм}$;

					КНУ.131.25.1-05.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{\text{пер}} = \frac{3,14 \cdot 105,8^2}{4} \cdot 10,58 = 92966,54 \text{ мм}^3$$

Підставляємо отримані дані у формулу 3.4:

$$V_{\text{и.з.}} = 2009035,6 + 2287453,2 + 128894,6 + 92966,5 = 4518349,9 \text{ мм}^3$$

$$\text{Маса кування: } G_{\text{п}} = V_{\text{и.з.}} \cdot \rho = 4518349,9 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 35,47 \text{ кг.}$$

Штампкування заготівлі робимо в торець, тоді:

$$d_{\text{из}} = 3 \sqrt{\frac{4V_{\text{и}}}{\pi \cdot \kappa_1}} \quad (3.8)$$

де $\kappa_1 = 0,35$ (довідник коваля)

$$d_{\text{из}} = 3 \sqrt{\frac{4 \cdot 4518349,9}{3,14 \cdot 0,35}} = 254,30 \text{ мм;}$$

По ДСТУ2590-88 приймаємо стандартний діаметр вихідної заготівлі $d_{\text{изд}} = 260 \text{ мм}$; тоді $F_{\text{изд}} = 53066 \text{ мм}^2$.

Визначаємо довжину вихідної заготівлі:

$$L_{\text{изд}} = \frac{V_{\text{и}}}{F_{\text{и}}} \quad (3.9)$$

$$L_{\text{изд}} = \frac{4518349,9}{53066} = 84,94 = 85 \text{ мм}$$

Значить вихідна заготівля для кування штампованої - круглий прокат, що має розміри:

$$D = 260^{+2,0}_{-4,0} \text{ мм;} \quad L = 85 \text{ мм.}$$

Знаходимо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{им}} = m_{\text{д}} / m_{\text{з}} \quad (3.10)$$

де $m_{\text{д}}$ – маса деталі по кресленню, $m_{\text{д}} = 6,96 \text{ кг}$;

$m_{\text{з}}$ – розрахована маса заготівлі $m_{\text{з}} = 12,24 \text{ кг}$

$$K_{\text{им}} = 6,96 / 12,24 = 0,56$$

1. Проаналізувавши розрахунки можна із упевненістю сказати, що заготівля економічно вигідна.
2. Креслення заготівлі деталі "кришка" дивися на рисунку 3.1.
3. Технічні вимоги
4. Поверхня заготівлі дробоструїти.
5. Твердість вимірювати на пов. А.

					КНУ.131.25.1-05.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Клас точності – Т3, група стали – М2, ступінь складності – С4, вихідний індекс – 15 ДСТУ7505-89.
7. Радіус закруглень зовнішніх кутів - 3мм, внутрішніх - 8мм.
8. Незазначені допуски радіусів закруглення: зовнішніх - 0,5мм; внутрішніх - 2мм.

Величина, що допускає, залишкового облою - 1,0мм.

Зсув, що допускає, по поверхні рознімання штампа - 0,8мм.

Величина висоти, що допускає, задирок - 5мм.

Відхилення, що допускає, від площинності - 1,0мм.

Контролювати 20% заготовель.

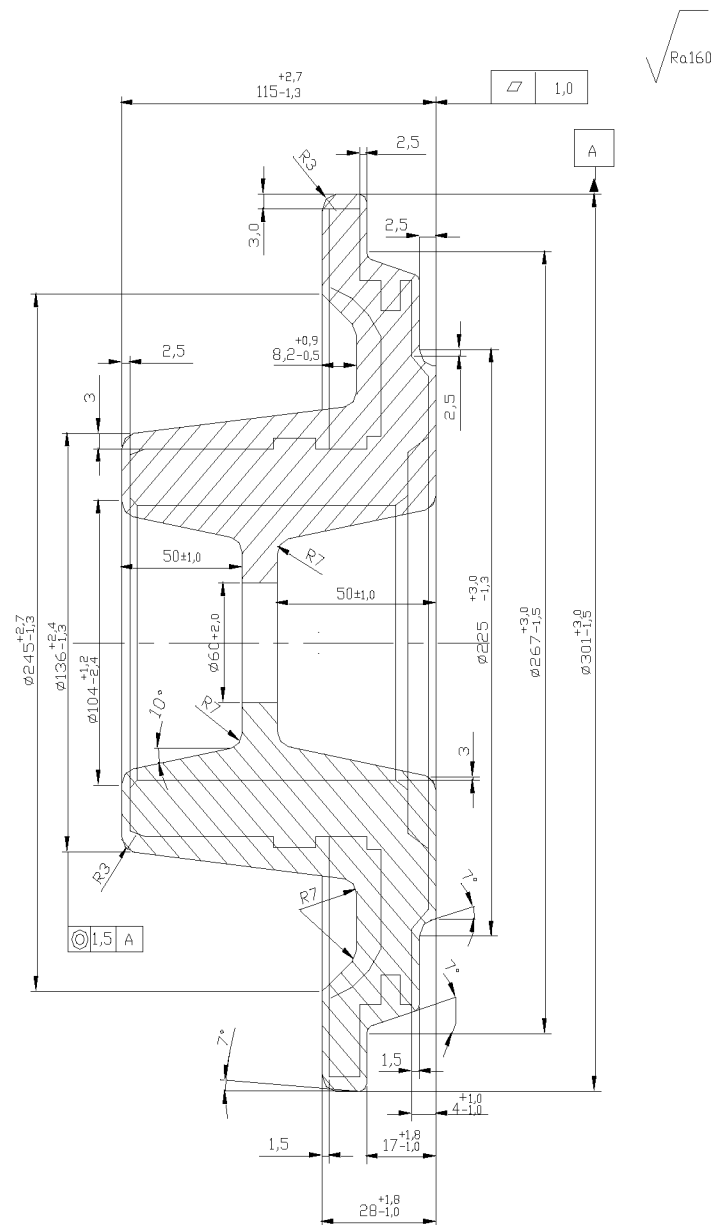


Рисунок 3.1 – Кришка (заготовка - кування штампована)

					КНУ.131.25.1-05.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Вибір і обґрунтування баз

Деталь кришка НКР 100М – 1Н є тілом обертання й ставиться до класу деталей типу диски, тому що $H/D = 110/295 < 0,5$.

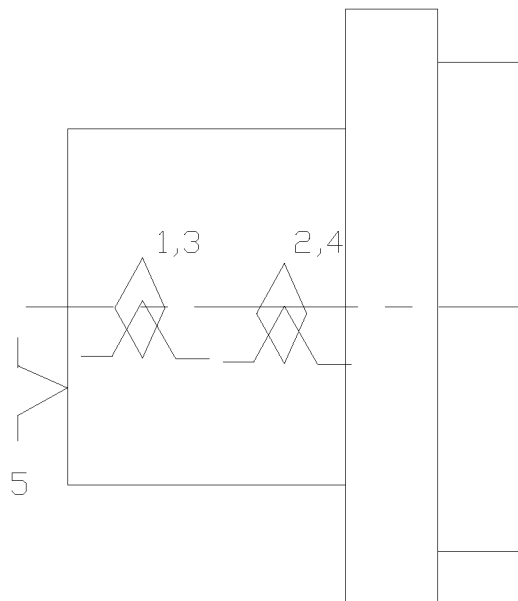
У даного класу базовими є поверхні:

1 - зовнішня циліндрична чорнова поверхня, на першій операції при обробці точного центрового отвору й торця, що є базою на наступних операціях.

2 - внутрішня циліндрична поверхня, циліндричний отвір заготівлі на першій операції механічної обробки.

3 - точний центровий отвір і торець на більшість операцій. На більшості операцій деталь закріплюють у трикулачковому патроні з упором у торець. Всі токарні й внутрішньо-шліфувальні, свердлильні операції мають аналогічні схеми базування.

На фрезерній операції деталь установлюється в спеціальному пристосуванні. При свердленні отворів $\varnothing 46$ мм на зовнішній поверхні користуються кондукторною втулкою.



І установ

Рисунок 3.2 – Теоретична схема базування

					КНУ.131.25.1-05.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

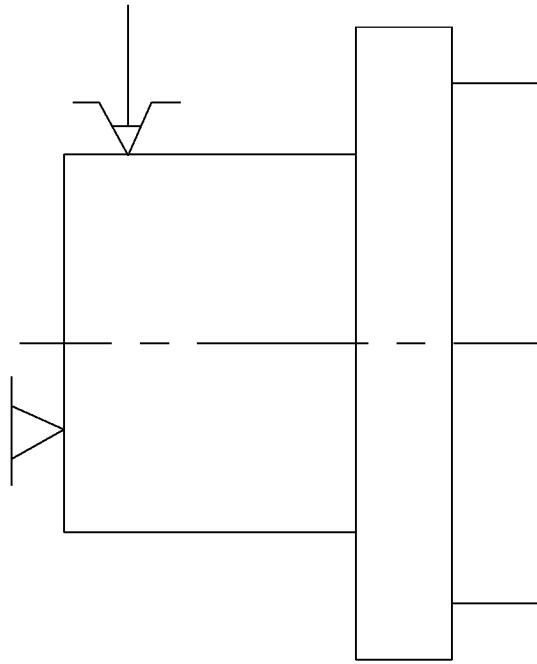


Рисунок 3.3 – Умовна схема закріплення кришки в трикулачковому патроні

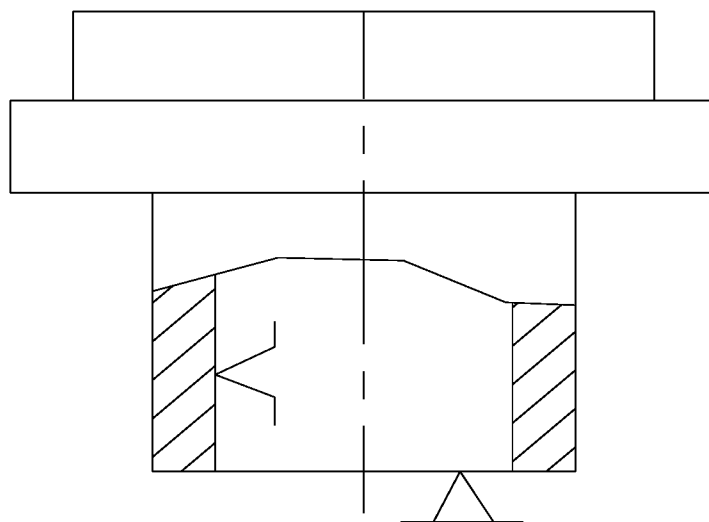


Рисунок 3.4 – Установка на оправлении

					КНУ.131.25.1-05.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

3.3 Вибір і обґрунтування послідовності обробки поверхонь

Таблиця 3.3 - Послідовність обробки поверхонь деталі "кришка"

№ пов.	Номіналь- ний розмір, мм	Стадії мех.обробки	Квалітет IT	Шорсткість Ra	Припуск мм	Напуск мм	Розмір після мех.оброб. мм
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Ø129h8 _{-0,063}	Напівчистове точіння	11	6,3	2 · 2,1		Ø130,71 _{-0,1}
		Попереднє шліфування	9	1,25	2 · 0,5		Ø129,71 _{-0,03}
		Остаточне шліфування	8	1,25	2 · 0,35		Ø129,01 _{-0,063}
3	Ø129,5h14 _{-1,0}	Оздоблювальна Однократне точіння	8 14	0,2 12,5	2 · 0,005		Ø129 _{-0,063} Ø129,5 _{-0,4}
4	Ø110H9 ^{+0,087}	Попереднє точіння	13	12,5	2 · 1,7		Ø107,3 ^{+0,18}
		Остаточне точіння	11	6,3	2 · 1,7		Ø109,1 ^{+0,22}
		Попереднє шліфування	9	1,25	2 · 0,9		Ø109,9 ^{+0,08}
		Шліфування	9	0,4	2 · 0,4		Ø110 ^{+0,087}
5	Ø295 _{-1,5}	Однократне точіння	14	12,5	2 · 0,005	38	Ø295 _{-1,5}
6	Ø260h6 _{-0,032}	Чорнове точіння	12	12,5	2 · 3	38	Ø263 _{-0,52}
		Напівчистове точіння	9	6,3	2 · 2,3		Ø260,8 _{-0,13}
		Чистове точіння	6	3,2	2 · 1,1		Ø260 _{-0,052}
11	L110± _{0,3}	Попереднє точіння	14	12,5	2 · 0,4	2·2,5	110± _{0,3}
9	4,6 ^{+0,375}	Свердління	12	3,2	2 · 2,5		4,6 ^{+0,375}
16	Ø11 8отв.	Свердління	14	12,5	2 · 2,3 2 · 5,5		Ø11 ^{+0,43}

Адк.

КНУ.131.25.1-05.03.ПТП

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

3.4 Розробка маршруту обробки деталі

Таблиця 3.4 - Маршрут обробки деталі "кришка"

№ опер	Найменування операції	№ п/п оброблюваної поверхні	№ п/п базованої поверхні	Тип, модель верстата
1	2	3	4	5
005	Токарна чорнова п/чистова	1,2,3,4,7,9,11,12,5,6,10,13,14	5,13,1,11	Токарний з ЧПК HAAS ST-10Y
010	Вертикально-свердлильна	16	4,11	Вертикально-фрезерний верстат з ЧПК HAAS VF-3YT/50
015	Вертикально-фрезерна	15	4,11	
020	Вертикально-свердлильна	17,18	4,13	
025	Слюсарна			
030	Термічна			
035	Свердлильна	19,20	4,11	Вертикально-фрезерний верстат з ЧПК HAAS VF-3YT/50
040	Токарна	13,14,6,8	1,11	Токарний з ЧПК HAAS ST-10Y
045	Цементация			
050	Внутрі-шліфувальна	4	1,11	3K227B
055	Кругло-шліфувальна	1	4,13	3M173
060	Гальванічна			
065	Кругло-шліфувальна	1,2	4,13	3M173
070	Внутрі-шліфувальна	4	1,11	3K227B
075	Токарна	1	4,13	Токарний з ЧПК HAAS ST-10Y
080	Слюсарна			

					КНУ.131.25.1-05.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

3.5 Розробка технологічних операцій

Таблиця 3.5 - Операційна технологія

№ операцій	А. Найменування операції; Б. Верстат; 0. Зміст переходів	Верстатні пристосування	Інструмент (ріжучий, допоміжний, міряльний)
1	2	3	4
005	А.Токарна чорнова Б. Токарний HAAS ST-10Y 0. установити, закр.,зняти 1. точити пов.11,9,1 2. розточити пов.2,3,7,4 3. зняти фаску 2x45 4. переустановити, закріпити точити пов.13,14,5,6,10	3х-кулачковий патрон HAAS ST-10Y	Різець для кон. точіння MWLNL2225 ДСТУ20872-80; Різець розточувальний 014982-000-10 ДСТУ2675-80; Різець упорний ДСТУ26611-85; Штангенциркуль ШЦ-III ДСТУ186-80
010	А.Свердлильна Б.Вертикально-свердлильний HAAS VF-3YT/50 0. установити,закріпити 1. свердлити 8отв.Ø11 ^{+0,43} (пов.16) 2. зняти	3х-кулачковий патрон HAAS VF-3YT/50	Універсальна 4-х шпиндельна голівка; Свердло спіральне Ø11 ДСТУ 10903-77
015	А.Фрезерна Б. Вертикально-фрезерний HAAS VF-3YT/50 0. установити, закріпити 1. фрезерувати зріз (15) 2. зняти	Пристосування з поворотним столом	Фреза кінцева 2214-0333 ДСТУ1092-80
020	А. Свердлильна Б. Вертикально-свердлильний HAAS VF-3YT/50 0. установити, закріпити 1. свердлити 12отв.Ø4,6 ^{+0,3} (20)l=5мм 2. свердлити 2 отв. Ø4,6 ^{+0,3} (18)l=10мм	Пристосування для свердління радіальних отворів	Свердло спіральне 2300-0034 ДСТУ886-77
025	А.Слюсарна Б.Слюсарний верстат ДСТУ4045-75 0. зняти заусенцы		
030	А. Термічна Б.ТВЧ		

					КНУ.131.25.1-05.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4
035	А. Свердлильна Б. Вертикально-свердлильний HAAS VF-3YT/50 0. установити, закріпити 1. свердлити 12отв. $\varnothing 4,6^{+0,3}_{-0,2}$ (17) l=82мм 2. свердлити під різьблення 2 отв. Ø8,5 3. зенковать отв. 4. нарізати різьблення	Пристосування для свердління	Свердло SANDVIK R840-0460-30-A-0A; Свердло SANDVIK R840-0850-30-A-0A; Зенківка DIN 335C; Мітчик Hoffmann DIN 376 13 2050;
040	А. Токарна Б. Токарний HAAS ST-10Y 0. установити, закріпити 1. точити по контурі 2. точити канавку	3х-кулачковий патрон HAAS ST-10Y	Різець для кінцевого точіння MWLNL2225 ДСТУ20872-80; Різець канавковий 035-2126-1183 ОСТ2И10-7-84; Штангенциркуль ШЦ-III ДСТУ186-80
045	Цементация на глибину 1,0-1,2мм Загартування HRC56-62 (охоронити різьблення від цемент.)		
050	А. Шліфувальна Б. Внутрі - шліфувальний 3K227B 0. установити, закріпити шліфувати внутр. поверхня (4)	3х-кулачковий патрон 7100-0043П ДСТУ2675-80	Шліфувальне круг ПП80x63x2023A20CM2K7 ДСТУ2424-75
055	А. шліфувальна Б. Кругло-шліфувальний 3M173 0. установити, закріпити, зняти 1. шліфувати пов. (1)	Оправлення 7112-1505 ДСТУ31-106602-85	Шліфувальне круг ПП600x125x30523A40C1K5 ДСТУ2424-75
060	А. Гальванічна 0. хромувати поверхня		
065	А. Шліфувальна Б. Кругло- шліфувальний 3M173 0. установити, закріпити, зняти 1. шліфувати пов. (1),(2)	Оправлення 7112-1505 ДСТУ31-106602-85	Шліфувальне круг ПП600x125x30523A40C1K5 ДСТУ2424-75

Адк.

КНУ.131.25.1-05.03.ПТТ

Змн. Арк. № док. Підпис Дата

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4
070	А. Шліфувальна Б. Внутри- шліфувальний 3К227В 0. установити в патрон, вивірити на биття 1. полірувати поверхня (4)	3х-кулачковий патрон 7100-0043П ДСТУ2675-80	Еластичний полір. круг 80х6х20 ОСТ2И70-1-78
075	А. Токарна Б. Токарний HAAS ST-10Y 0. установити, закріпити 1. полірувати (1)	Оправлення 7112-1505 ДСТУ31- 106602-85	Смуга повстяна ДСТУ11620-31.1066-72; Полірів. паста ДСТУ8267-75
080	Слюсарна		

3.6 Розрахунок міжопераційних розмірів і припусків на обробку

3.6.1 Аналітичний розрахунок припусків на $\varnothing 295$ и отвір $\varnothing 110$

Заповнимо карти розрахунку припусків і граничних розмірів по технологічних переходах. На інші поверхні припуски представлені в таблиці 3.4. При обробці заготовлі для одержання заданого розміру $\varnothing 295 \pm 1,5$ заготовлю закріплюємо в трехкулачковом патроні з упором у торець. По [7. т.1] визначаємо складові елементи мінімального припуску.

$$\Delta_{\text{заг}} = \sqrt{\Delta_{\text{см}}^2 + \Delta_{\text{екс}}^2} = \sqrt{0,3^2 + 1,4^2} = 1,43 \text{ мм}$$

де $\Delta_{\text{см}} = 0,3$ (табл.2 ДСТУ7505-89)

$\Delta_{\text{екс}} = 1,4$ (табл.17 [7] стр.186)

$$\Delta_{\text{чер}} = \Delta_{\text{заг}} \cdot k_{y1} = 1,43 \cdot 0,06 = 0,090 \text{ мм}$$

де $k_{y1} = 0,06$ (табл.29 [7т.1] стр.190)

$$\Delta_{\text{п/чист}} = \Delta_{\text{заг}} \cdot k_{y2} = 1,43 \cdot 0,05 = 0,072 \text{ мм}$$

де $k_{y2} = 0,05$ (табл.29 [7т.1] стр.190)

$$\Delta_{\text{чист}} = (\Delta_{\text{заг}} + \Delta_{\text{тер}}) \cdot k_{y3} = (0,072 + 0,04) \cdot 0,04 = 0,005 \text{ мм}$$

де $k_{y3} = 0,04$ (табл.29 [7т.1] стр.190)

$\Delta_{\text{тер}} = 0,04$ (табл.15 [7т.1] стр.186)

Погрішність установки ϵ визначаємо по таблицях 12,13 стр.41,42[7т.1]

$$\epsilon_{\text{чер}} = 300 \text{ мкм}, \epsilon_{\text{п/чист}} = 325 \text{ мкм}, \epsilon_{\text{чист}} = 25 \text{ мкм};$$

Якість поверхні визначаємо по таблицях [7т.1]

Заготівля (табл.12 стр.186) $R_z = 160$; $h = 250 \text{ мкм}$;

Чорнове точіння (табл.25 стр.188) $R_z = 100$; $h = 100 \text{ мкм}$;

Напівчистове точіння (табл.25 стр.188) $R_z = 50$; $h = 50 \text{ мкм}$;

Чистове точіння (табл.25 стр.188) $R_z = 25$; $h = 25 \text{ мкм}$;

					КНУ.131.25.1-05.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

Мінімальний припуск розраховуємо по формулі

$$2Z_{\min} = 2[(Rz + h)i_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2}] \quad (3.11)$$

де Rz_{i-1} – висота мікронерівності на попередньому переході, мкм;

h_{i-1} – товщина дефектного шару на попередньому переході, мкм;

Δi_{i-1} – сумарне відхилення розташування поверхонь, мкм;

ε_i – погрішність установки на виконаному переході, мкм.

Карту розрахунку припусків див. таблицю 3.6.

Перевіряємо розрахунок:

$$Td_z - Td_i = 4000 - 3000 = 1000 = 2Z_{\max} - 2Z_{\min} = 5702 - 4702 = 1000 \text{ мкм}$$

Таблиця 3.6 - Карта розрахунку припусків

Технологічні переходи обробки	Квалітет IT	Елементи припуску, мкм				2Zmin, мкм	Розрахунковий мінімальний розмір, мм	Допуск на виготовлення Tdmax	Прийняті розміри по переходах, мм		Отримані граничні розміри, мкм	
		Rz	h	ε	Δ				dmax	dmin	2Zmax	2Zmin
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Заготівля	15	20	25	-	143	-	298,20	4000	302,2	298,2	-	-
Чорнове точіння		0	0	30	0	382	2	3300	297,8	294,3	4522	3822
Напівчисто ве точіння	12	10	10	0	90	586	293,7	3100	296,8	293,7	790	590
		0	0									
Термообро бка	10	50	50	25	72	294	293,5	3000	296,5	293,5	390	290
				-	40							
Чистове точіння		25	25	25	5						5702	4702
										Σ		

При обробці деталі для одержання заданого розміру отвору $\varnothing 110H9^{+0,087}$ заготівлю закріплюємо в трикулачковий патрон з упором у торець. Дані в таблицю 3.5 беремо з попереднього розрахунку.

					КНУ.131.25.1-05.03.ПТП		Адк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата			

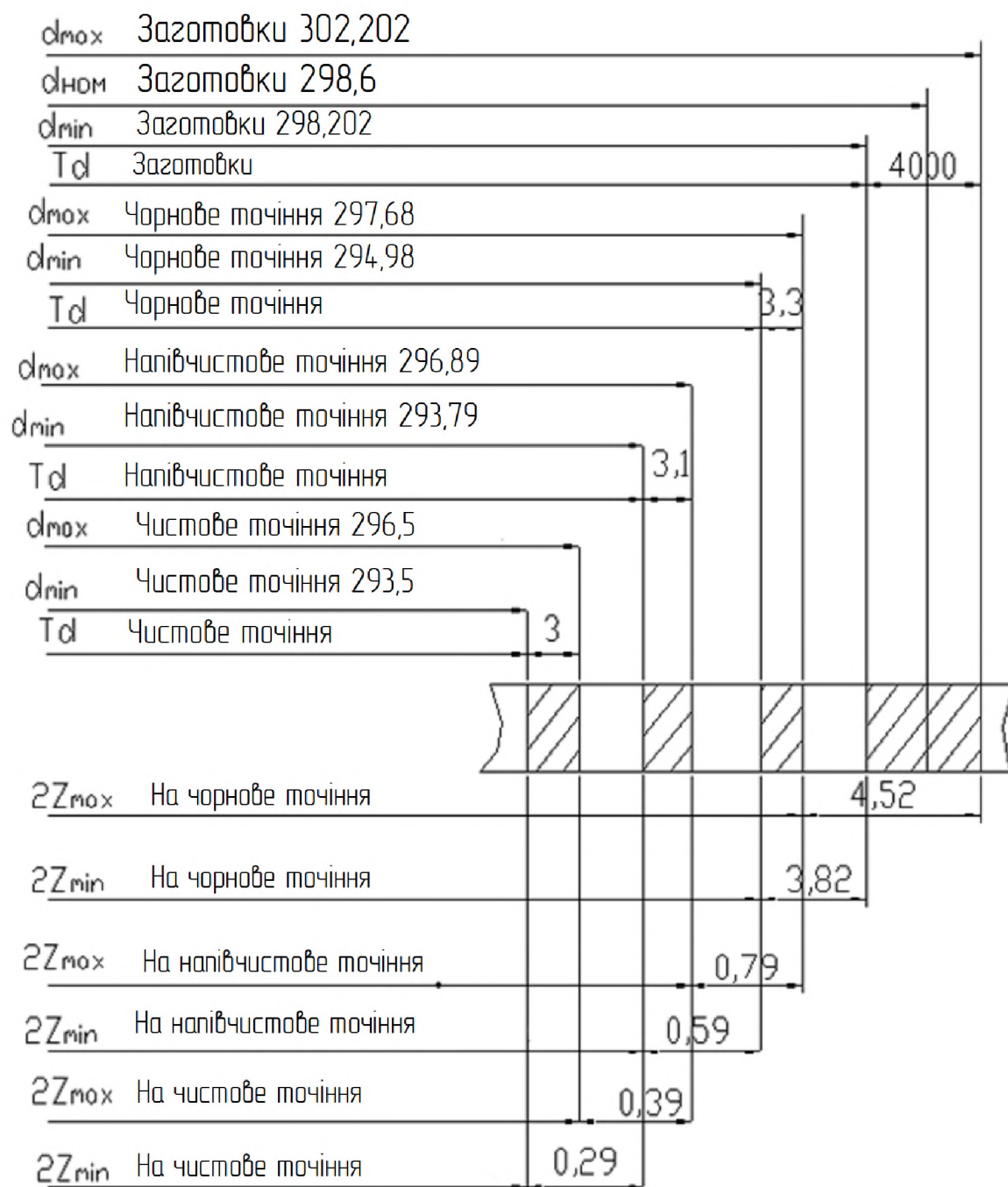
Таблиця 3.7 - Карта розрахунку припусків

Технологічні переходи обробки	Квалітет ІТ	Елементи припуску, мкм				2Z _{min} , мкм	Розрахунковий мінімальний розмір, мм	Допуск на виготовлення Td, мкм	Прийняті розміри по переходах, мм		Отримані граничні розміри, мкм	
		Rz	h	ε	Δ				d _{max}	d _{min}	2Z _{max}	2Z _{min}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Заготівля		200	250	-	1430	-	105,26	2000	105,26	103,24	-	-
Чорнове точіння	14	100	100	500	90	392	109,19	870	109,19	108,32	5060	3930
Чистове точіння	10	25	25	25	60	586	109,77	140	109,77	109,63	1310	580
Термообробка	11			-	80							
Шліфування	9	5	5	15	4	262	110,03	95	110,03	109,9	310	266
Полірування	9	2	2	15	2	51	110,08	87	110,087	110	60	51
										Σ	6740	4827

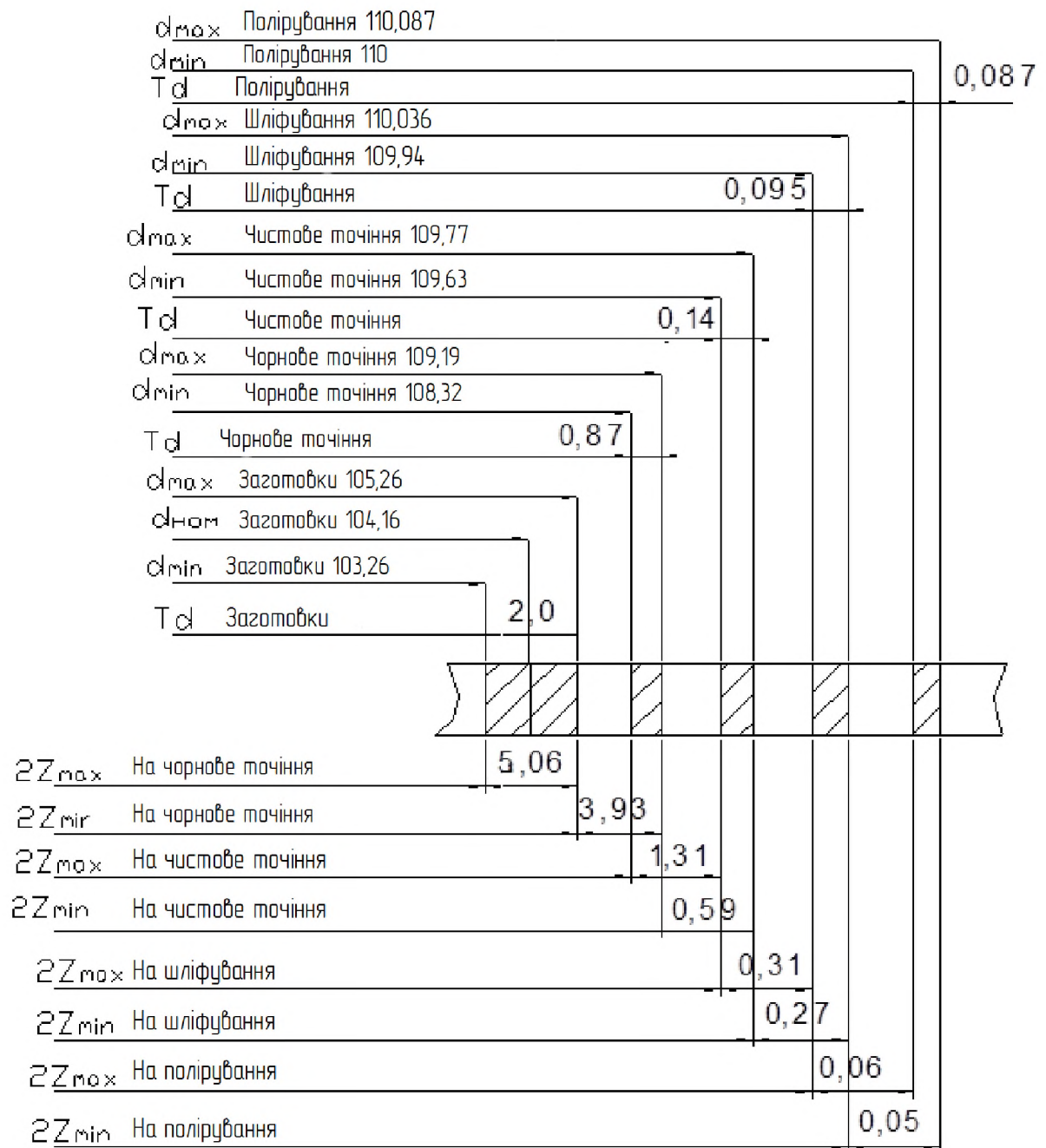
Перевіряємо розрахунок:

$$Td_z - Td_{\text{дн}} = 2000 - 87 = 1913 = 2Z_{\text{max}} - 2Z_{\text{min}} = 6740 - 4827 = 1913 \text{ мкм}$$

					КНЧ.131.25.1-05.03.ПТП			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Рисунок 3.5 – Схема розташування припусків і допусків на обробку $\varnothing 295$

					КНУ.131.25.1-05.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рисунок 3.6 - Схема розташування припусків і допусків на обробку отвору $\phi 110$

					КНУ.131.25.1-05.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

3.7 Розрахунок і вибір режимів різання. Нормування технологічних операцій

1. Розрахунки режимів різання робимо по [7т.2]
2. Швидкість різання:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} k_v \quad (3.12)$$

де C_v , x , y , m – коефіцієнт і показники ступеня для конкретних умов роботи;

T – стійкість інструмента, хв;

t – глибина різання, мм;

S – подача різання, об/хв;

K_v – поправочний коефіцієнт;

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} \quad (3.13)$$

де K_{mv} – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу;

K_{nv} – коефіцієнт, що відбиває стан поверхні заготовлі;

K_{uv} – коефіцієнт, що враховує якість матеріалу інструмента.

2. Сила різання розкладається на складові спрямовані по осях координат верстата:

$$P_{x,y,z} = 10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot k_p \quad (3.14)$$

де C_p , x , y , n – постійна й показники ступеня для конкретних умов обробки;

t – глибина різання, мм;

v – швидкість різання, м/хв;

S – подача різання, об/хв;

K_p – поправочний коефіцієнт, що враховує фактичні умови.

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{jp} K_{lp} K_{rp} \quad (3.15)$$

3. Потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт} \quad (3.16)$$

де P_z – тангенціальна сила;

v – швидкість різання, м/хв;

Чорнове точіння (операція 005)

$t = 1,5 \text{ мм}$, $S_x = 0,8 \text{ мм/об}$ (табл.11, стр.266[7])

$C_v = 340$; $x = 0,15$; $y = 0,45$; $m = 0,2$ (табл.17, стр.269[7])

$K_{mv} = 1,06$ (табл.3, стр.262[7])

$K_{nv} = 0,8$ (табл.5, стр.263[7])

$K_{uv} = 0,65$ (табл.6, стр.263[7])

$T = 60 \text{ хв.}$

					КНУ.131.25.1-05.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді по формулі 3.13 знаходимо

$$K_v = 1,06 \cdot 0,8 \cdot 0,65 = 0,55$$

У формулу (3.12) підставимо прийняте значення:

$$v = \frac{340}{60^{0,2} 1,5^{0,15} 0,8^{0,45}} \cdot 0,55 = 86,35 \text{ м/хв}$$

Для точіння визначаємо складову R_z сили різання:

$S_p = 300$; $x = 1,0$; $y = 0,75$; $n = -0,15$ (табл.22, стр.273[7])

$K_p = 1 \cdot 1,08 \cdot 1,29 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,35$ (по табл.9, стр.264; табл.23, стр.275[7])

У формулу 6.4 підставляємо дані:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^{1,0} \cdot 0,8^{0,75} \cdot 86,35^{-0,15} \cdot 1,35 = 2648,08 \text{ Н}$$

Визначаємо потужність по формулі 6.6

$$N = \frac{86,35 \cdot 2648,08}{1020 \cdot 60} = 3,74 \text{ кВт};$$

Частоту обертання заготівлі визначаємо по формулі

$$n_p = \frac{1000v}{\pi \cdot D} \quad (3.17)$$

де v – швидкість різання, м/хв;

D – оброблюваний діаметр, мм

Для діаметра 135мм:

$$n_p = \frac{1000 \cdot 86,35}{3,14 \cdot 135} = 203,7 \text{ об/хв},$$

По паспорті верстата визначаємо найближче паспортне значення;

$n_d = 205 \text{ об/хв}$, тоді дійсна швидкість обертання заготівлі:

$$v_d = \frac{\pi \cdot D n_d}{1000} = \frac{3,14 \cdot 135 \cdot 205}{1000} = 86,9 \text{ м/хв};$$

Хвилинна подача: $S_m = S_x \cdot n_d = 0,8 \cdot 205 = 164 \text{ мм/хв}$

Для діаметра 105мм:

$$n_p = \frac{1000 \cdot 86,35}{3,14 \cdot 105} = 261,9 \text{ об/хв}$$

Приймаємо паспортне $n_d = 260 \text{ об/хв}$, тоді

$$v_d = \frac{\pi \cdot D n_d}{1000} = \frac{3,14 \cdot 105 \cdot 260}{1000} = 85,72 \text{ м/хв};$$

Хвилинна подача: $S_m = 0,8 \cdot 260 = 208 \text{ мм/хв}$;

$$n_p = \frac{1000 \cdot 86,35}{3,14 \cdot 298} = 92,28 \text{ об/хв};$$

Приймаємо паспортне $n_d = 100 \text{ об/хв}$, тогдa

					КНУ.131.25.1-05.03.ПТТ	Адк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_d = \frac{\pi \cdot D n_o}{1000} = \frac{3,14 \cdot 298 \cdot 100}{1000} = 93,57 \text{ м/ хв};$$

$$\text{Хвилинна подача: } S_M = 0,8 \cdot 100 = 80 \text{ мм/ хв};$$

Чистове точіння (операція 040)

$t = 0,5 \text{ мм}$, $S = 0,144 \text{ мм/об}$ (табл.14, стр.268[7])

$C_v = 0,55$; $T = 60 \text{ хв}$

По формулі 3.12:

$$V = \frac{340}{60^{0,2} 0,5^{0,15} 0,144^{0,45}} \cdot 0,55 = 217,93 \text{ м/ хв}$$

По формулі 3.14:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,5^{1,0} \cdot 0,144^{0,75} \cdot 217,93^{-0,15} \cdot 1,35 = 207,92 \text{ Н}$$

Визначаємо потужність по формулі 6.6

$$N = \frac{217,93 \cdot 207,92}{1020 \cdot 60} = 0,74 \text{ кВт};$$

Для діаметра $\varnothing 130 \text{ мм}$:

$$n_p = \frac{1000 \cdot 217,93}{3,14 \cdot 130} = 533,88 \text{ об/ хв},$$

По паспорті верстата визначаємо найближче паспортне значення

$n_d = 540 \text{ об/ хв}$, тоді дійсна швидкість обертання заготівлі:

$$V_d = \frac{\pi \cdot D n_o}{1000} = \frac{3,14 \cdot 130 \cdot 540}{1000} = 220,43 \text{ м/ хв};$$

Хвилинна подача: $S_M = S_x \cdot n_d = 0,144 \cdot 540 = 77,76 \text{ мм/ хв}$

Для діаметра отвору $\varnothing 109,2 \text{ мм}$:

$$n_p = \frac{1000 \cdot 217,93}{3,14 \cdot 109,2} = 635,57 \text{ об/хв}$$

Приймаємо паспортне $n_d = 650 \text{ об/хв}$, тоді

$$V_d = \frac{\pi \cdot D n_o}{1000} = \frac{3,14 \cdot 109,2 \cdot 650}{1000} = 222,88 \text{ м/хв};$$

Хвилинна подача: $S_M = 0,144 \cdot 650 = 93,6 \text{ мм/хв}$;

Підрізання торців:

$$n_p = \frac{1000 \cdot 217,93}{3,14 \cdot 295} = 235,27 \text{ об/хв};$$

Приймаємо паспортне $n_d = 250 \text{ об/хв}$, тоді

$$V_d = \frac{\pi \cdot D n_o}{1000} = \frac{3,14 \cdot 295 \cdot 250}{1000} = 231,58 \text{ м/хв};$$

					КНУ.131.25.1-05.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Хвилинна подача: $S_m = 0,144 \cdot 250 = 96 \text{ мм/хв};$

Свердлення отворів $\varnothing 4,6^{+0,3}$ (операція 035)

Швидкість різання для операції свердління:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} k_v \quad (3.18)$$

де C_v , q , m , y – коефіцієнт і показники ступеня для конкретних умов роботи;

T – стійкість інструмента, хв;

S – подача свердління, мм/об;

D – діаметр свердла, мм;

K_v – поправочний коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання;

$$K_v = K_{mv} K_{ev} K_{uv} \quad (3.19)$$

де K_{mv} – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу;

K_{ev} – коефіцієнт, що враховує глибину свердління;

K_{uv} – коефіцієнт, що враховує якість матеріалу інструмента.

Крутний момент і осьову силу знаходимо по формулі:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad \text{Нм} \quad (3.20)$$

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad \text{Н} \quad (3.21)$$

де D – діаметр свердла, мм;

S – подача свердла, мм/об;

K_p – коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання в цьому випадку залежить від оброблюваного матеріалу, а значить $K_p = K_{mp}$;

Потужність різання:

$$N_c = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}, \quad \text{кВт} \quad (3.22)$$

де $M_{кр}$ – крутний момент, Нм;

n – частота обертання інструмента, об/хв;

$$n_p = \frac{1000v}{\pi \cdot D} \quad (3.23)$$

де v – швидкість різання, м/хв; D – діаметр інструмента, мм

Знаходимо по [7] складові швидкості різання:

Величина глибини різання: $t = 0,5D = 0,5 \cdot 5 = 25 \text{ мм};$

По таблиці 25 стр.277 [7] приймаємо величину подачі $S = 0,1 \text{ мм/об.}$

Відповідно до прийнятих значень по таблиці 28 стр.278 [7, т.2]:

$C_v = 7,0$; $q = 0,4$; $y = 0,7$; $m = 0,2$;

$K_{mv} = 1,06$ (табл.3; стр.262, [7])

$K_{nv} = 0,8$ (табл.5; стр.263, [7])

$K_{uv} = 1,0$ (табл.6; стр.263, [7])

					КНУ.131.25.1-05.03.ПТП	Адк.
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

Тоді по формулі 3.13

$$K_v = 1,06 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 0,848$$

Обчислюємо по формулі 3.12

$$v = \frac{7,0 \cdot 4,6^{0,4}}{60^{0,2} \cdot 0,1^{0,7}} \cdot 0,848 = 24,84 \text{ м/хв}$$

Знаходимо складові крутного моменту

$$C_m = 0,0395; q = 2,0; y = 0,8; (\text{табл.32; стр.281, [7т.2]})$$

$$K_{mv} = K_p = 1,0 (\text{табл. 9; стр.264, [7]})$$

По формулі 3.20

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0395 \cdot 4,6^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 1,0 = 1,3 \text{ Нм}$$

Вибираємо складові осьової сили:

$$C_p = 68; q = 1,0; y = 0,7; (\text{табл.32; стр.281, [7т.2]})$$

$$K_{mv} = K_p = 1,0 (\text{табл.9; стр.264, [7]})$$

По формулі 3.21

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 4,6^{1,0} \cdot 0,1^{0,7} \cdot 1,0 = 680 \text{ Н}$$

Визначаємо частоту обертання інструмента по формулі 6.13

$$n_p = \frac{1000 \cdot 24,84}{3,14 \cdot 4,6} = 1582,16 \text{ об/хв};$$

По паспорті верстата визначаємо найближче паспортне значення:

$$n_d = 1500 \text{ об/хв, тоді дійсна швидкість обертання заготівлі:}$$

$$v_d = \frac{\pi \cdot D n_d}{1000} = \frac{3,14 \cdot 4,6 \cdot 1500}{1000} = 23,55 \text{ м/хв};$$

$$\text{Хвилинна подача: } S_m = S_x \cdot n_d = 0,1 \cdot 1500 = 150 \text{ мм/хв}$$

Потужність різання визначаємо по формулі 6.12

$$N_c = \frac{1,363 \cdot 1500}{9750} = 0,21 \text{ кВт}$$

На інші операції приймаємо режими різання по [10] і їхні значення заносимо в операційні карти.

Аналітичний розрахунок норм часу робимо по [12] для токарної операції 005 зі ЧПУ.

Штучно-калькуляційний час визначається по формулах:

$$T_{шк} = \frac{T_{nz}}{n} + T_{um} \quad (3.24)$$

					КНУ.131.25.1-05.03.ПТП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де Тшт – норма штучного часу;
Тпз – підготовчо-заклучний час;
п - число деталей у партії

$$T_{\text{шт}} = (T_{\text{ца}} + T_{\text{в}}) \left(1 + \frac{Q_{\text{mex}} + Q_{\text{oprz}} + Q_{\text{omd}}}{100} \right) \quad (3.25)$$

де Тца – час циклу автоматичної роботи верстата, хв;
Тв – допоміжний час, хв;
Qтех – час на технічне обслуговування робочого місця;
Qорг – час на організаційне обслуговування робочого місця, хв;
Qотд – час перерв на відпочинок і особисті потреби робітника, хв;

$$T_B = T_{B_V} + T_{B_{OI}} + T_{B_{I3M}} \quad (3.26)$$

де T_{y_1} – допоміжний час на установку й зняття деталі;
 $T_{\text{оп}}$ – допоміжний час, пов'язане з операцією;
 $T_{\text{визм}}$ – допоміжний час, пов'язане з операцією на зміну розмірів;

$$T_{\text{ца}} = T_0 + T_{\text{MB}} \quad (3.27)$$

де T_o – основний час автоматичної роботи верстата;
 $T_{мв}$ – машинно-допоміжний час;

$$T_{\text{MB}} = T_{\text{MB}_{\text{H}}} + T_{\text{MB}_{\text{X}}} \quad (3.28)$$

де $T_{мв_{и}} = T_{ип} + T_{иф} + T_{мв_{х}}$ – машинно-допоміжний час на зміну інструмента, $T_{ип}$ – час повороту револьверної голівки.

$$T_{MB_X} = \sum_{i=1}^n \frac{L_{xxi}}{S_{MM}} \quad (3.29)$$

T_{MBX} - машинно-допоміжний час на допоміжні ходи й технологічні паузи;

Становимо таблицю 3.8, у яку включимо всі необхідні для розрахунку складові норми часу на токарну операцію.

Таблиця 3.8- Складові норми часу

Т _О , хв	Т _{ПЗ} , хв	Q _{орг} + Q _{тех} + Q _{отд} , %	Т _{МВ} ,хв			Т _{ца} , хв	Т _В , хв			п, шт	Т _{шт} , хв	Т _{шк} , хв
			Тип	Тиф	Т _{МВх}		Т _{Вуст}	Т _{Воп}	Т _{Визм}			
8,52	10	8	0,12	0,23	0,24	9,11	0,69	0,54	1,4	80	12,68	12,8

$$T_o = \sum_{i=1}^n T_{oi} \quad (3.30)$$

де T_0 – основний час, хв;

T_{0i} – основний час на i - том переході даної операції.

$$T_0 = 1,24 + 0,38 + 0,09 + 0,1 + 1,36 + 0,1 + 0,12 + 0,07 + 0,7 + 0,84 + 2,36 + 1,02 + 0,14 = 8,52 \text{ хв};$$

Підготовчо-заклучний час містить у собі час на:

- організаційну підготовку – 4,0 хв;
- налагодження;
- установка інструментального блоку – 1 хв;
- пристосування – 1 хв;
- установка координат X і Z – 2,5 хв;
- перевірка працездатності пристрою, що зчитує, - 1,2 хв;
- установка вихідних режимів роботи – 0,3 хв

$$T_{пз} = 4 + 1 + 1 + 2,5 + 1,2 + 0,3 = 10 \text{ хв};$$

Допоміжний час на установку деталі в патрон;

$$T_{уст} = 0,23 \cdot 2 = 0,46 \text{ хв},$$

де 2 – кількість переустановок.

Допоміжний час, зв'язаний з верстатом містить у собі вмикання-вимикання верстата, перевірку повернення інструмента, установку й зняття захисного щитка. T_0 ,

$$T_{вон} = (0,21 + 0,06) \cdot 2 = 0,54 \text{ хв};$$

Допоміжний час на контрольні виміри визначаємо в такий спосіб:

а) 1-й установ - час на вимір штангенциркулем поверхні 5 - 0,09 хв; поверхні 6 – 0,18 хв; пов. 4 – 0,32хв; час на вимір скобою поверхні 8 – 0,08хв;

$$T_{визм1} = 0,12 + 0,18 + 0,14 + 0,32 + 0,08 = 0,84 \text{ хв};$$

б) 2-й установ - час на вимір штангенциркулем пов. 1 - 0,17 хв; пов. 2 - 0,16 хв; пов. 3 - 0,16 хв; пов. 7,12 - 0,07 хв; час на вимір скобою пов. 1 - 0,13 хв, пов. 2 - 0,09 хв; час на вимір пробкою пов.4 – 0,3 хв.

Тоді:

$$T_{визм2} = 0,17 + 0,16 + 0,16 + 0,3 = 0,79 \text{ хв};$$

Загальний допоміжний час на контрольні виміри:

$$T_{визм} = T_{визм1} + T_{визм2} = 0,84 + 0,79 = 1,4 \text{ хв};$$

Сумарний допоміжний час:

$$T_{в} = 0,46 + 0,54 + 1,63 = 2,63 \text{ хв}$$

					КНУ.131.25.1-05.03.ПТП	Адк.
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

Визначаємо машинно-допоміжний час

$$T_{MB} = 0,12 + 0,23 + 0,24 = 0,59 \text{ хв}$$

Визначаємо час циклу автоматичної роботи

$$T_{ca} = 8,52 + 0,59 = 9,11 \text{ хв}$$

Визначаємо штучний час

$$T_{шт} = (9,11 + 2,63)(1 + 0,08) = 12,68 \text{ хв}$$

Визначаємо норму часу на операцію або штучно-калькуляційний час

$$H_{вр} = T_{шк} = 12,68 + \frac{10}{80} = 12,8 \text{ хв}$$

Аналогічно визначаємо норми часу на інші операції й становимо зведену таблицю (3.9) технічного нормування.

Таблиця 3.9 - Зведена таблиця норм часу

№ опер.	Найменування операції	Tпз, хв	То, хв	Tмв, хв	Tca (Toп), хв	Tв, хв	$Q_{орг} + Q_{тех} + Q_{отд}, \%$	Tшт, хв	Tшк, хв
005	Токарна з ЧПУ	10	8,52	0,59	9,11	2,63	8	12,68	12,8
010	Вертикально-свердлильна	9,6	3,01	-	-	0,98	7	4,02	4,14
015	Фрезерна	3,9	3,09	0,05	0,28	1,01	9	4,6	4,86
020	Свердлильна з ЧПУ	17,1	46,5	-	-	6,1	7	52,2	52,8
035	Свердлильна з ЧПУ	18	9,1	-	-	3,1	7	11,2	11,4
040	Токарна з ЧПУ	16	0,5	-	-	0,3	8	0,8	0,84
050	Внутри-шліфувальна	16	5,7	-	-	2,3	6	8,2	8,4
055	Кругло-шліфувальна	16,1	4,17	1,2	-	4,1	6	9,8	10,2
065	Кругло-шліфувальна	16,1	4,01	-	-	5,02	6	9,2	10,8
070	Внутри-шліфувальна	11,7	2,3	0,14	-	2,8	8	5,2	5,4
075	Токарна	25,6	1,9	-	-	0,5	6	2,5	2,82
								Σ	124,46

					КНУ.131.25.1-05.03.ПТП				Адк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

4 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ ОПЕРАЦІЙ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

4.1 Розробка верстатно-інструментального налагодження та розрахунково-технологічної карти для операції на верстатах з ЧПК

Вибираємо початок координат верстата з ЧПК HAAS VF-3YT/50 (рис. 4.1), пристосування, деталі і інструмента так, як це показано на кресленні інструментальної наладки. Технічна характеристика верстата наведена в табл. 4.1.



Рисунок 4.1 – Вертикально-фрезерний верстат з ЧПК HAAS VF-3YT/50

Таблиця 4.1 – Характеристики верстата HAAS VF-3YT/50

Категорія	Параметр	Значення (Metric)
Робочі ходи	Хід по осі X	1016 mm
	Хід по осі Y	660 mm
	Хід по осі Z	635 mm
	Відстань від торця шпинделя до столу (макс.)	836 mm
	Відстань від торця шпинделя до столу (мін.)	201 mm

					КНУ.131.25.1-05.04.МТПОМО		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ ОПЕРАЦІЙ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ		
Розроб.	Камінський						
Перевір.	Рязанцев						
Н. Контр.	Нечаєв						
Зав. каф.	Рязанцев						
					Літ.	Арк.	Архів
					Каф. ТМ зр.ПМ-24м		

Продовження табл. 4.1

Шпиндель	Максимальна потужність	22.4 kW
	Максимальна швидкість обертання	7500 rpm
	Максимальний крутний момент	460 Nm @ 700 rpm
	Тип приводу	2-швидкісний редуктор
	Тип конуса	СТ або BT 50
	Змащення підшипників	Подача повітря/олива
	Охолодження шпинделя	Рідинне
Стіл	Довжина	1372 mm
	Ширина	610 mm
	Ширина Т-подібного паза	15.90–16.00 mm
	Відстань між центрами Т-пазів	80 mm
	Кількість Т-подібних пазів	7
	Максимальне навантаження	1814 kg
Подачі	Макс. подача різання	12.7 m/min
	Швидке переміщення по осі X	18.0 m/min
	Швидке переміщення по осі Y	18.0 m/min
	Швидке переміщення по осі Z	18.0 m/min
Приводи осей	Максимальна тяга X	15124 N
	Максимальна тяга Y	18238 N
	Максимальна тяга Z	24910 N
Змінник інструментів	Тип	SMTC
	Місткість	30+1
	Макс. діаметр інструмента (усі гнізда зайняті)	102 mm
	Макс. діаметр (сусіднє гніздо пусте)	178 mm
	Макс. довжина інструмента	406 mm
	Макс. вага інструмента	13.6 kg
	Час зміни інструмента (середній)	4.20 s

					КНУ.131.25.1-05.05.РРІВН	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 4.1

	Час зміни (револьверного)	6.30 s
Загальні дані	Об'єм охолоджувальної рідини	208 L
Пневматика	Потрібний витрата повітря	113 L/min @ 6.9 bar
	Вбудований повітряний шланг	3/8"
	Повітряний з'єднувач	3/8"
	Мінімальний тиск	5.5 bar
Електрика	Швидкість шпинделя	7500 rpm
	Тип приводу	2-швидкісний редуктор
	Потужність шпинделя	22.4 kW
	Вхідна напруга (3 фази, низька)	220 VAC
	Струм повного навантаження (низька)	70 A
	Вхідна напруга (3 фази, висока)	440 VAC
	Струм повного навантаження (висока)	35 A
Габарити (транспортування)	Піддон (внутрішній ринок)	397 × 260 × 307 cm
	Ящик (експорт)	397 × 260 × 323 cm
	Вага	7485 kg

Наносимо траєкторію руху інструмента, позначаємо опорні точки, розраховуємо їх координати і отриманні значення разом з вказанням подачі зводимо в таблицю.

Визначаємо відстань z_H від бази деталі до торця шпинделя, який знаходиться в позиції початку циклу обробки.

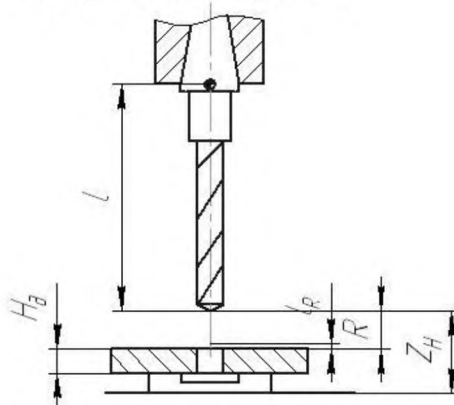


Рисунок 4.2 - Визначення вильоту інструмента

					КНУ.131.25.1-05.05.РРІВН	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

Розрахункова схема має вигляд.

$$z_H = L + R + H_y + l + H_{ap}$$

$$L = L_{\max} = 200 \text{ мм}$$

R приймаємо 200 мм

$$H_d = 80 - 73 = 7 \text{ мм}$$

$$l = 3 \text{ мм}$$

$$H_{тр.} = 50 \text{ мм} + 60 \text{ мм} = 110 \text{ мм}$$

$Z_{\max}$ виходячи з паспортних даних верстата 610 мм.

$$z_{H \min}^{instr} = R + H_d + l + H_{пр}$$

$$z_{H \min}^{instr} = 200 + 7 + 3 + 110 = 320 \text{ мм}$$

$$z_{H \min}^{instr} = 590 - 200 = 390 \text{ мм}$$

1. Верстат HAAS VF-3YT/50 має систему ЧПК HAAS

2. Дискретність по вісям становить 0,01 мм;

На операції проводимо програмування переходів для отримання 2-х отворів Ø 4,6.

Для отримання отвору необхідно [13]

1 свердло SANDVIK Ø20 R840-2000-30-A-0A

Ескіз деталі приведено на листі графічної частини, разом з таблицею початкових координат центрів всіх отворів. Рисунок 4.3 схеми осьових переміщень для розрахунків опорних точок траєкторії інструмента при обробці отвору Ø 4,6

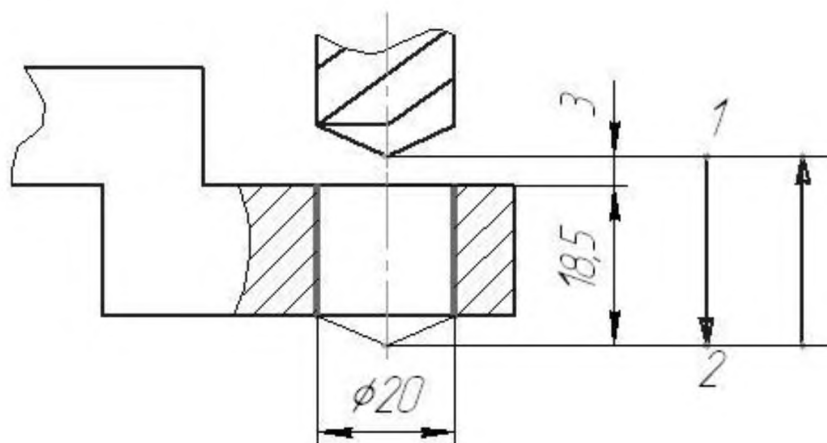


Рисунок 4.3 - Свердлення Ø4,6

Режими різання вибираємо по [8. стр.111]

для свердлення отворів Ø 4,6 по карті 46, лист 2

$$S_0 = 0.4 \text{ мм / об}$$

$$V_T = 18.4 \text{ м / хв}$$

					КНУ.131.25.1-05.05.РРІВН	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

Подачу коректуємо по формулі:

$$S_0 = S_{om} \cdot KS_m \quad (4.1)$$

де KS_m - коефіцієнт (по карті 53 лист1) в залежності від матеріалу.
Для хромистої сталі (HB1634 МПа)

$$KS_m = 0,94$$

$$S_0 = 0,4 \cdot 0,94 = 0,376 \text{ мм / об}$$

Швидкість різання коректуємо по формулі:

$$V = V_T \cdot K_{Vm} \cdot K_{Vz} \cdot K_{vi} \cdot K_{vжс} \cdot K_{vT} \cdot K_{vw} \cdot K_{vu} \quad (4.2)$$

По карті 53 обираємо коефіцієнти $V_{vm}=0,94$

$K_{vз}=1.0$ (заточка інструментом нормальним)

$K_{vж}=1.0$ (робота з охолодженням)

$K_{vT}=1.0$ ($T_{ф}/T_m=1,0$)

$K_{vw}=0.8$ (стан поверхні без кірки)

$K_{vu}=1.0$ (інструмент Р6М5)

$K_{vi}=1.0$ (свердло ДСТУ 10903-77)

$$V = 18,4 \cdot 0,94 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 13,8 \text{ м / хв.}$$

Скоректовану частоту обертання шпинделя розраховуємо по формулі:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 13,8}{3,14 \cdot 20} = 219,73 \text{ об / хв.}$$

Значення хвилинної подачі S_m – визначаємо по формулі:

$$S_m = S_0 \cdot n \quad (4.3)$$

$$S_m = 0,376 \cdot 219,73 = 82,62 \text{ мм / хв.}$$

По паспорту верстата:

$$S_m = 80 \text{ мм / хв.}$$

$$n = 200 \text{ об / хв.}$$

Таблиця 4.2 – Кодування технологічної інформації

Перехід	Номер отвору	Ділянка траєкторії	Позиція інструменту	Різальний інструмент	Корекція	Частота обертання, 1хв	Код частоти обертання	Подача, мм/хв	Код подачі
Свердл. Ø4,6	1	1-1	T03	Свердло спіральне Ø4,6	L03	200	S34	80	F13

					КНУ.131.25.1-05.05.РРІВН				Адж.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата					

Текст керуючої програми починаємо з кадру обробки отвору Ø4,6.
 : 018G60G51T03S34F13L03
 R+0.000000X+017000Y+000000
 Z+009150M88ПС

Свердлення отвору Ø4,6:
 :019 G51T04S30F414L04
 R+000000Z+009600ПС

4.2 Візуалізація та перевірка керуючих програм

Кришка відноситься до деталей типу диск. Вісі оброблюваних отворів, що розглядаються на даній операції, співпадають з віссю деталі. Обробку проводимо на горизонтально-токарному верстаті з ЧПК HAAS ST-10Y. Верстат представлений на рисунку 4.4. Технічні характеристики представлені у табл. 4.3.

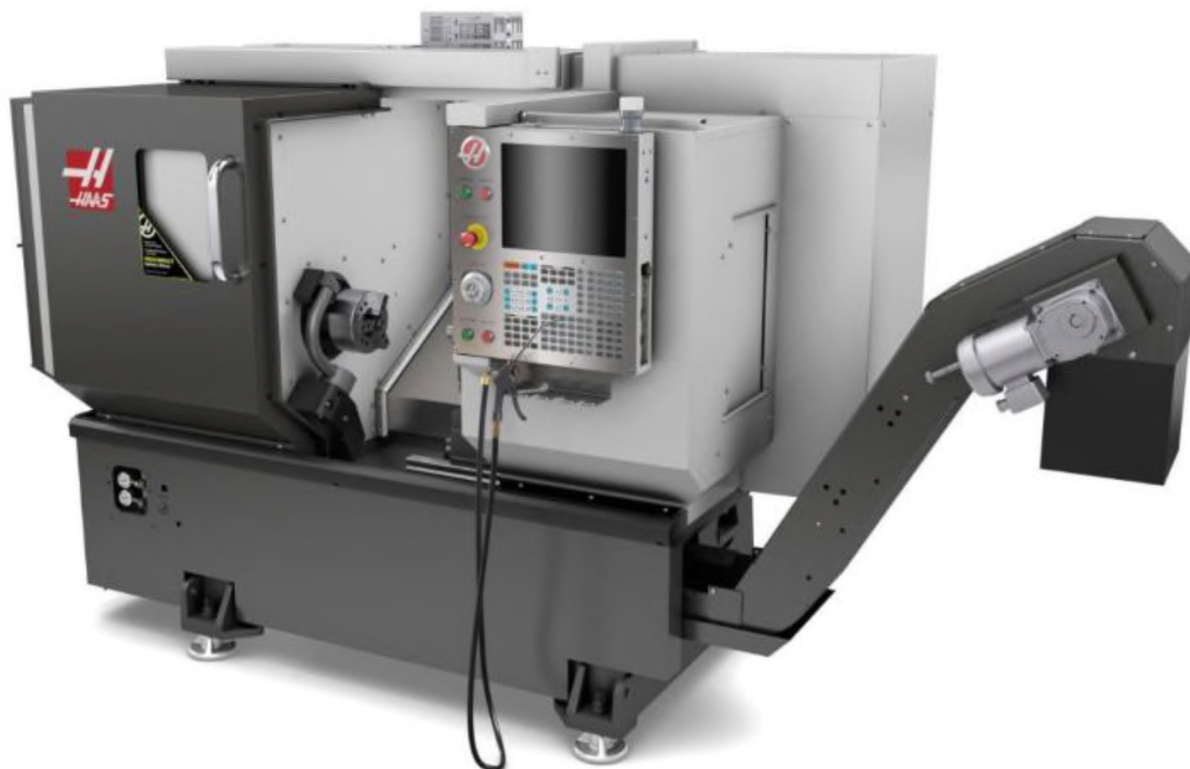


Рисунок 4.4 – Горизонтально-токарний верстат HAAS ST-10Y з ЧПК

					КНУ.131.25.1-05.05.РРІВН	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.3 – Характеристики верстата HAAS ST-10Y

Параметр	Значення
Робочий стіл:	
Поверхня столу X x Y	356 x 914 мм
Розмір Т-образних пазів	16 мм x 3
Максимальна вага встановлюваної деталі	680 кг
Робочі переміщення	
Переміщення по осі X	762 мм
Переміщення по осі Y	406 мм
Переміщення по осі Z	508 мм
Відстань між поверхнею столу і торцем шпинделя	102–610 мм
Шпиндель:	
Конус шпинделя / опціонально	ISO 40 / BT
Максимальна швидкість обертання шпинделя	12000 об/хв
Тип приводу	прямий
Потужність двигуна шпинделя	22,4 кВт
Максимальний крутний момент / при 2 000 об/хв	122 Нм
Швидкість позиціонування осі:	
Прискорені переміщення по осях X, Y	35,6 м/хв
Прискорені переміщення по осі Z	35,6 м/хв
Максимальна швидкість подачі при різанні	21,2 м/хв
Система палет (опція)	
Кількість палет	2
Час зміни палет	11,4 с
Магазин інструментів	
Кількість інструменту в магазині / опціонально	30+1
Метод вибору інструменту	довільний
Конус шпинделя	40
Максимальний діаметр інструмента	63,5 мм
Максимальний діаметр інструмента з вільними сусідніми карманами	127 мм
Час зміни інструменту (середнє)	1,8 сек
Точність:	
Точність позиціонування	+/- 0,005 мм
Точність повторного позиціонування	+/- 0,0025 мм

Для токарної операції створимо код управляючої програми ЧПК. Для цього ми будемо використовувати програмне забезпечення FeatureCAM.

Для початку необхідно буде створити 3D мовель деталі в будь-якій CAD системі. Імпортуємо створену модель у FeatureCAM та проводимо налаштування позиціонування моделі для зручності.

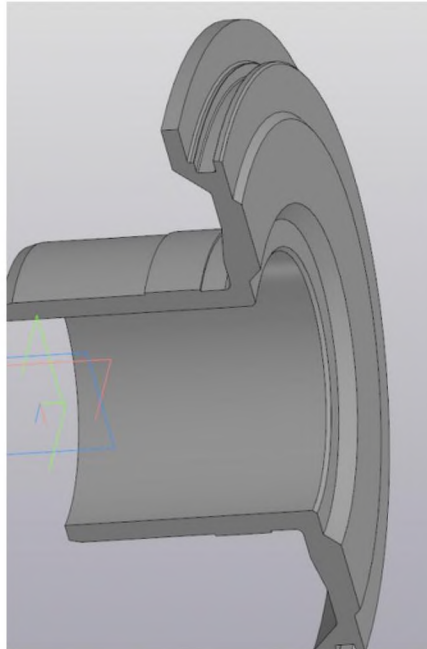


Рисунок 4.5 – 3D Модель деталі «Кришка»

Наступним кроком створюємо операції обробки та обираємо необхідний інструмент. (Рисунок 4.6, 4.7)

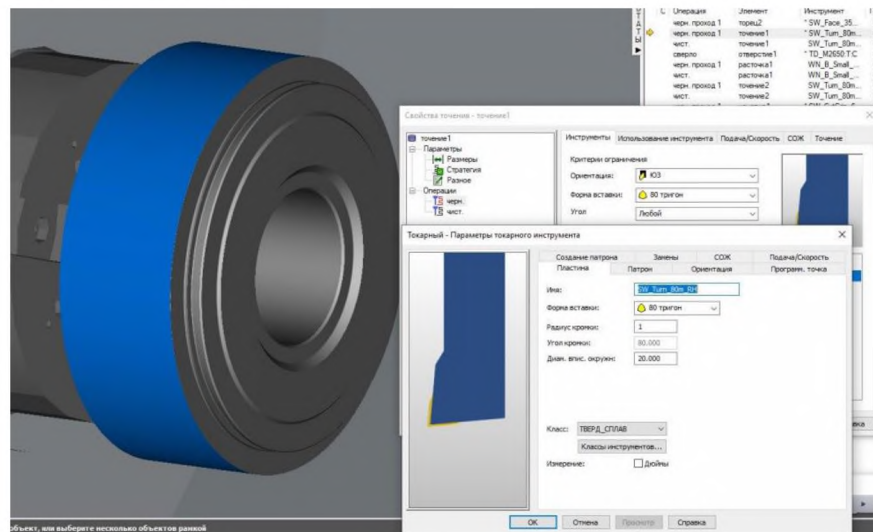


Рисунок 4.6 – Вибір інструмента

					КНУ.131.25.1-05.05.PP/ВН	Адк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

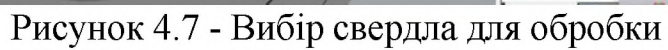
[illegible]

Рисунок 4.8 - Вибір карнавочного різця для обробки

Кінцевий результат обробки на токарному верстаті для 1-го установу.

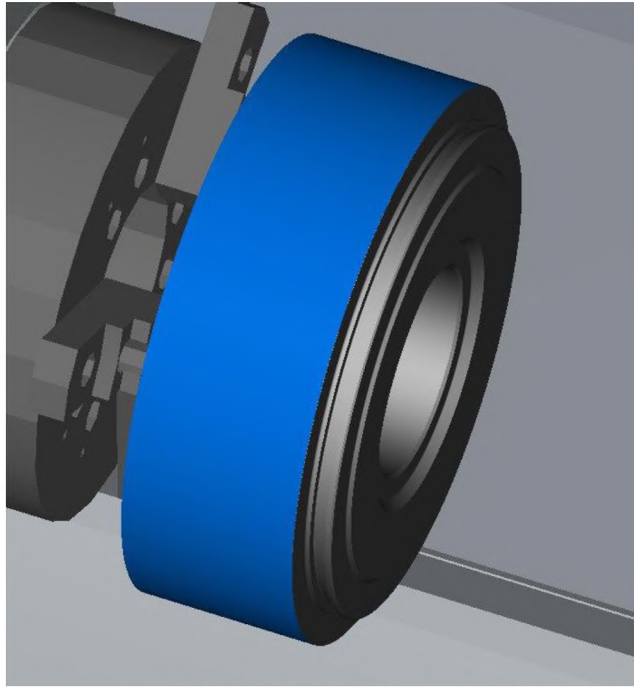


Рисунок 4.9 - Кінцевий результат обробки на 1 установі
Траекторія руху інструмента для підрізання торцю деталі.

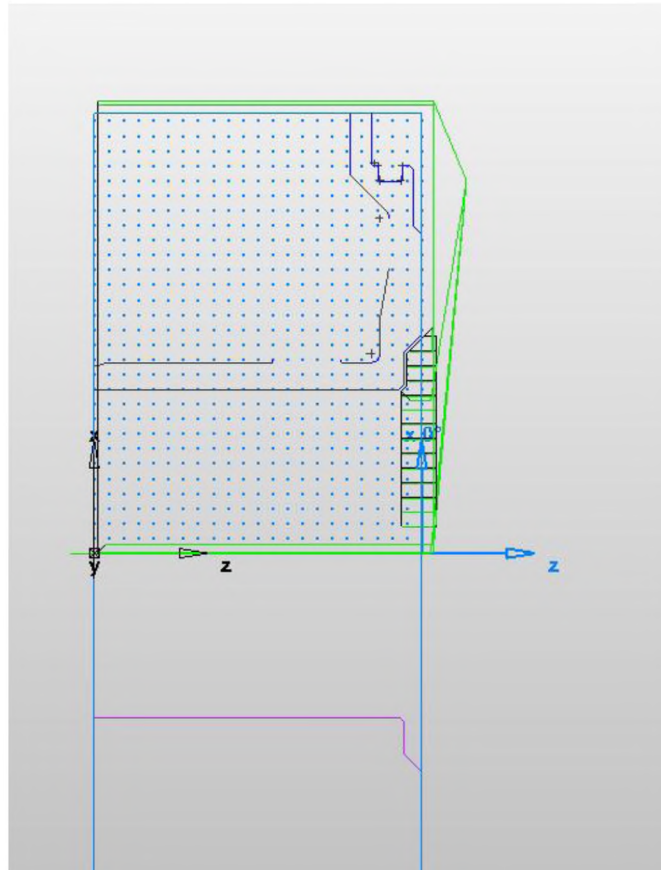


Рисунок 4.10 - Траекторія руху інструменту

Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата

КНУ.131.25.1-05.04.МТПОМО

Арк.

Після створення операцій ми можемо згенерувати код УП

```
%
O3D mod( FILENAME = 3D mod)
N20 G20 G40
N25 G28 U0
N30 G28 W0
( OPERATION: DRILL ОТВЕРСТИЕ1 )
N40 T101
N45 G97 S1394 M4
N50 G0 X0. Z4.4488 M8
N55 Z4.1496
N60 G83 X0 Z-4.3468 Q0787 F0.01
N65 G80
N70 G0 Z4.4488
N75 G28 U0
N80 G28 W4.9213
( OPERATION: ROUGH BORE РАСТОЧКА1
N90 T202
N95 G50 S3000
N100 G96 S1200 M4
N105 G0 X1.1733 Z4.4794 M8
N110 G1 Z4.0228 F0.01
N115 X0.7874
N120 X0.7596 Z4.0368
N125 G0 Z4.4794
N130 G1 X1.5593
N135 Z4.0228
N140 X1.1733
N145 X1.1455 Z4.0368
N150 G0 Z4.4794
N155 G1 X1.9452
N160 Z4.0228
N165 X1.5593
N170 X1.5314 Z4.0368
N175 G0 Z4.4794
N180 G1 X2.3311
N185 Z4.0228
N190 X1.9452
N195 X1.9174 Z4.0368
N200 G0 Z4.4794
N205 G1 X2.7171
N210 Z4.0228
N215 X2.3311
N220 X2.3033 Z4.0368
N225 G0 Z4.4794
N230 G1 X3.103
N235 Z4.0228
N240 X2.7171
N245 X2.6892 Z4.0368
```

Рисунок 4.11 – Код керуючої програми

					КНУ.131.25.1-05.04.МТПОМО	Арк.
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

5 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ

5.1 Проектування верстатного пристосування

Для фрезерної операції при фрезерованні радіуса $R = 60^{+5}$ застосовується фрезерне пневматичне пристосування. Воно встановлюється на стіл вертикально-фрезерного верстата HAAS VF-3YT/50 і закріплюється болтами у вушка. До корпусу 1 пристосування кріпиться плита 7 гвинтами M12×45. Плита виконується з поглибленням таким чином, що вона одночасно є й корпусом пневмоциліндра, у якому розташований поршень 9. У поршень укрупчується тяга 4. На плиті встановлюють, відцентровують і закріплюють оправку, на якій безпосередньо базується деталь.

При подачі стисненого повітря в нижню порожнину циліндра поршень під тиском повітря піднімається нагору й тяга розтискає заготовку. Якщо повітря надходить у верхню порожнину циліндра, то під тиском повітря поршень рухається вниз і тяга затискає деталь.

Деталь кришка обробляється на вертикально-фрезерному верстаті HAAS VF-3YT/50. Виробляється фрезерування радіуса $R = 60$ мм шириною 10 мм. Обробка ведеться торцевою фрезою із вставленими ножами $\varnothing 125$ мм.

Технологічною базою є три поверхні:

циліндрична $\varnothing 130h6$ (2 точки);

торцева поверхня (3 точки);

отвір $\varnothing 12$ мм (1 точки).

Схема базування показана на рисунку 5.1 і кінематична схема пристосування на рисунку 5.2.

Розрахунок погрішності базування.

Деталь установлюється в оправлення зовнішньою поверхнею $\varnothing 130h6(-0,025)$, а оправлення має отвір розміром $\varnothing 130H6(+0,025)$.

При наявності зазору вісь зовнішньої поверхні (конструктивна база) може зміщатися щодо осі отвору оправлення (настановна база) на величину ексцентриситету e , рівного половині зазору.

Припускаючи гірший випадок, тобто , що в результаті розбіжності конструктивної й настановної бази виникає погрішність базування, рівна максимальному зазору або двом ексцентриситетам, одержимо

$$\varepsilon_6 = 2e = S_{\max} = S_{\min} + \delta_d + \delta_{оп} \quad (5.1)$$

де $S_{\min}$ – мінімальний зазор, $S_{\min} = 0$ мм;

δ_d ; $\delta_{оп}$ – допуски на діаметри деталі й отверстія оправки, мм;

$$\varepsilon_6 = 0 + 0,025 + 0,025 = 0,050 \text{ мм}$$

					КНУ.131.25.1-05.05.ПТО		
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата			
Розроб.	Камінський				ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ	Літ.	Арк.
Перевір.	Рязанцев						Арк.зміщ.
Н. Контр.	Нечаєв					Каф. ТМ зр.ПМ-24м	
Зав. каф.	Рязанцев						

Допуск радіуса фрезерування $R = 60^{+5}$. Погрішність базування становить 1% допуску на розмір фрезерування. Погрішність базування в межах припустимої.

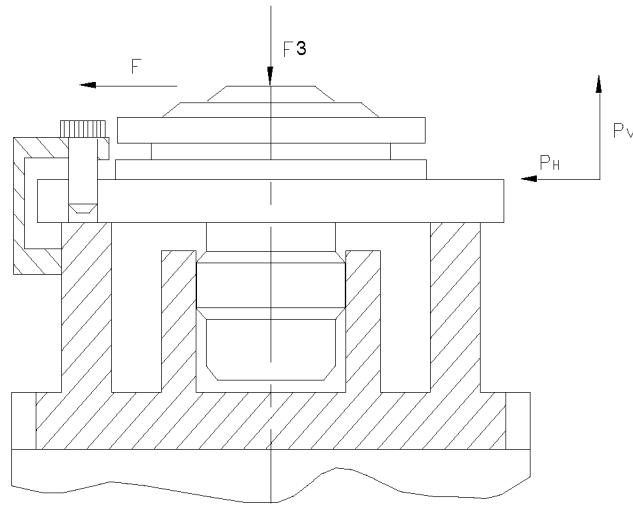


Рисунок 5.1 – Схема базування деталі із прикладеними до неї силами

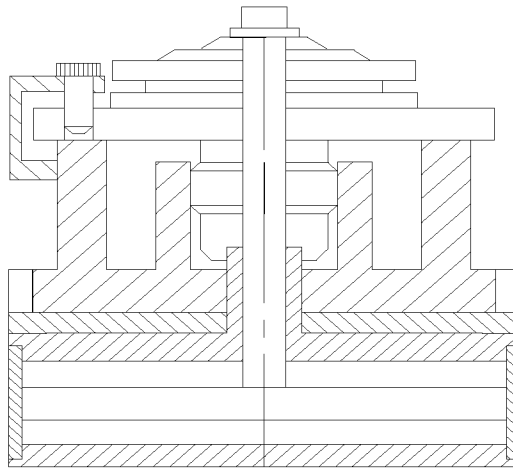


Рисунок 5.2 – Кінематична схема пристосування

Розробка схеми закріплення деталі.

Розглянемо деталь із прикладеними до неї системою зовнішніх сил (див. рис. 6.1). при фрезерованні виникає сила різання P_Z , яку розглядаємо як складається з:

P_H – горизонтальна складова сили різання, що зрушує заготовку в осьовому напрямку;

P_V – вертикальна складова, що піднімає заготовку.

На деталь також діє сила затиску F_3 по осі симетрії деталі й діюча сила - сила тертя F .

					КНУ.131.25.1-05.05.ПТО	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

Становимо рівняння надійності закріплення від діючих сил:

а) від дії сили P_V :

$$F_{31} = k P_V \quad (5.2)$$

б) від дії сили P_H :

$$F_{32} = k P_H / f \quad (5.3)$$

$$F = F_{31} + F_{32} = k P_V + \frac{k P_H}{f},$$

$$F_3 = k \left(P_V + \frac{P_H}{f} \right) \quad (5.4)$$

де k – коефіцієнт надійності закріплення;

P_V – вертикальна складова сили різання, Н;

P_H – горизонтальна складова сили різання, Н;

f – сила тертя, Н.

Силу різання для фрезерування розраховуємо по формулі

$$P_Z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot k_{mp} \quad (5.5)$$

де C_p , x , y , n , q , w – коефіцієнт і показники ступеня, прийняті по літературі [3];

t – глибина фрезерування, мм;

B – ширина фрезерування, мм;

S_z – подача на один зуб, мм;

D – діаметр фрези, мм;

Z – число зубів фрези, шт;

n – частота обертання фрези, об/хв;

k_{mp} – поправочний коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу.

По табл. 41 стор.291 [3] приймаємо $C_p = 825$; $x = 1,0$; $y = 0,75$; $n = 1,1$; $q = 1,3$; $w = 0,2$.

$k_{mp} = 1$ (табл.9 стр.264 [3]); $S_z = 0,09$ (табл.33 стр.283 [3]); $t = 2$ мм; $B = 105$ мм; $z = 14$; $n = 125$ об/хв; $D = 125$ мм

Підставляючи дані у формулу 6.5 розраховуємо силу різання

$$P_Z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 2^{1,0} \cdot 0,09^{0,75} \cdot 105^{1,1} \cdot 14}{125^{1,3} \cdot 125^{0,2}} \cdot 1 = 4416,76 \text{ Н}$$

Горизонтальна складова сили різання дорівнює:

$$P_H = 0,2 \cdot P_Z = 0,2 \cdot 4416,76 = 883,35 \text{ Н},$$

Вертикальна складова сили різання дорівнює:

$$P_V = 1,2 \cdot P_Z = 1,2 \cdot 4416,76 = 5300,13 \text{ Н}$$

					КНУ.131.25.1-05.05.ПТО	Адк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт надійності закріплення визначаємо по формулі:

$$k = 1,5 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \quad (5.6)$$

де k_1 – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання через нерівності,

$$k_1 = 1,2;$$

k_2 – коефіцієнт, що враховує зношування інструмента, $k_2 = 1,3$;

k_3 – переривчасте різання, $k_3 = 1$;

k_4 – коефіцієнт, що враховує мінливість затискного зусилля, $k_4 = 1,2$;

k_5 – коефіцієнт зручності розташування рукояток затиску, $k_5 = 1$;

k_6 – наявність крутного моменту, що прагне повернути заготовлю, $k_6 = 1$.

$$k = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 2,34$$

Підставляємо розраховані значення у формулу 9.4 і визначаємо силу затиску

$$F_3 = 2,34 \cdot (5300,13 + \frac{883,35}{0,25}) = 20670,46 \text{ Н}$$

Вибір затискного пристрою.

Затиск деталі в пристосуванні робить пневмоциліндр двосторонньої дії. Тоді силу, що розвиває шток знаходимо по формулі

$$F_{шт} = 0,785 \cdot (D_{ц}^2 - d_{шт}^2) \cdot p \cdot \eta \quad (5.7)$$

де $D_{ц}$ – діаметр циліндра, $D_{ц} = 380$ мм;

$d_{шт}$ – діаметр штока (поршня), $d_{шт} = 250$ мм;

p – тиск стисненого повітря, $p = 0,4$ Мпа;

η – к.к.д. циліндра, $\eta = 0,85$.

$$F_{шт} = 0,785 \cdot (0,38^2 - 0,25^2) \cdot 0,4 \cdot 0,85 = 55221,6 \text{ Н}$$

Сила, що розвивається штоком циліндра задовольняє значенню сили затиску.

5.2 Проектування контрольного пристосування

У графічній частині представлено контрольне пристосування для виміру биття зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 260h6$ щодо поверхні отвору $\varnothing 110H9$.

Пристосування складається із плити 1 і стійки 2. У стійку жорстко запресовують палець 3, що додатково кріпиться до стійки чотирма гвинтами 4. До стійки кріпиться корпус вимірювального пристрою 13 за допомогою двох установочних штифтів 5 і двох гвинтів 6.

Важіль 12 кріпиться за допомогою штифта 11 в індикаторному гнізді. Важіль зовнішнім кінцем стикається з деталлю, а іншим плоским кінцем

					КНУ.131.25.1-05.05.ПТО	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

стикається з наконечником індикатора 8, що кріпиться в цьому ж корпусі за допомогою гвинта 7 через розрізну втулку 9. Контрольована деталь надівається на консольний палець і в процесі перевірки повертається рукою на один оборот. При битті зовнішньої циліндричної поверхні щодо внутрішньої важіль передає рух на індикатор і на його шкалі відзначається величина биття.

При розрахунку контрольного пристосування необхідно розрахувати погрішність установки заготівлі. Установка контрольованої деталі на палець є найбільше простій, але при ній виникають найбільші погрішності виміру за рахунок зазорів між отворами деталі й оправленням.

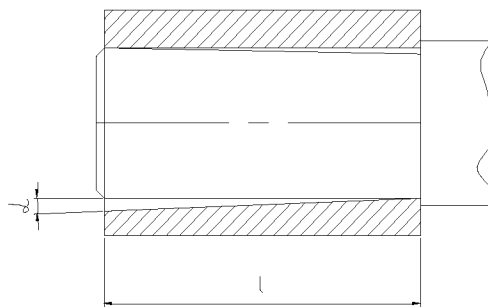


Рисунок 5.3 – Установка заготівлі на палець

Погрішність установки знаходимо по формулі

$$\varepsilon_{\delta} = \frac{\delta}{2} + S_{\max} + \delta_1 + \delta_2 + 2S_{\min} - 2\ell \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (5.8)$$

де δ – допуск на вимірюваний діаметр, $\delta = 0,052$ мм;

$S_{\max}$ – максимальний зазор між отвором і пальцем;

δ_1 – допуск на діаметр отвору, мм;

δ_2 – допуск на діаметр пальця, мм;

$S_{\min}$ – мінімальний зазор між отвором і пальцем, мм;

ℓ – довжина вимірюваної деталі, мм.

Палець виготовляємо діаметром $\varnothing 110h8(-0,054)$

Кришка має отвір $\varnothing 110^{+0,087}$

$$S_{\max} = 0,087 + 0,054 = 0,141; S_{\min} = 0,054; \operatorname{tg} \alpha = 0,002$$

Тоді

$$\varepsilon_{\delta} = \frac{0,052}{2} + 0,141 + 0,087 + 0,054 + 20,054 - 2 \cdot 110 \cdot 0,002 = 0,019 \text{ мм}$$

Радіальне биття повинне бути не більше 0,1 мм. Погрішність установки становить 19% від радіального биття, що допускає, що в межах припустимого.

					КНУ.131.25.1-05.05.ПТО	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

6 РОЗРАХУНОК КЛЮЧОВИХ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

6.1 Проектування механоскладального цеху

Проектуємо ділянку по виготовленню деталі корпус, а також ділянку складання попереднього із умови обробки корпусу та кришки редуктору в складеному вигляді. Вихідні дані заносимо до таблиць 6.1 та 6.2.

6.1.1 Вихідні дані для проектування.

Таблиця 6.1 - Трудомісткість виготовлення деталей

Найменування деталі й матеріал	Програма випуску	$T_{шт.к.},$ хв	Габарити й вага деталі	Найменування виробу
1. Кришка	5000	124,46	Ø295мм; L=110мм; m=6,96 кг	Верстат НКР100М

Таблиця 6.2 - Застосовуване устаткування

Верстат		Габаритні розміри верстата $L \times B \times H$, мм	Вага, т
Тип	Модель		
Токарний з ЧПУ	HAAS ST-10Y	4350x2200x1600	6,5
Вертикально-свердлильний	2Н135	1030x825x2535	1,2
Вертикально-фрезерний	HAAS VF-3YT/50	3205x1950x2020	3,12
Вертикально-свердлильний	2P135Ф2-1	1800x2170x2700	4,7
Внутрішнє шліфувальний	3K227B	2815x1900x1750	4,3
Кругло-шліфувальний	3M173	5026x2930x2170	9,22

КНУ.131.25.1-05.06РКТЕП

Змн.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	РОЗРАХУНОК КЛЮЧОВИХ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ		
Розроб.	Камінський						
Перевір.	Рязанцев						
Н. Контр.	Нечаєв						
Зав. каф.	Рязанцев						
					Літ.	Арк.	Архів
					Каф. ТМ гр.ПМ-24м		

Таблиця 6.3 - Вихідні дані розрахунку

Деталь	Вихід стружки, кг	Річна програма випуску	Загальний вихід стружки
1. Кришка	5,28	5000	26400
Загальний вихід стружки:			32400

Визначимо загальний обсяг стружки:

$$V = \sum m / \rho = 3003 ; \quad (6.1)$$

Тоді вихід стружки в годину 6,48кг

На площі 1000 м² вихід стружки буде становити не більше 6,48 кг/год, тому застосовуємо механізовану систему транспортування й ручним видаленням у контейнери. При 7-ми вартовому робочому дні обсяг стружки складе не вище норми й видаляти неї із цеху можна 1 раз в 2 зміни.

Для утилізації використаємо 1 контейнера 2,0х1,5х1,5 м

Проектування системи пристосування.

Складемо зведену таблицю споживачів стисненого повітря й пари.

Таблиця 6.4 - Споживачі стиснене повітря

Група встаткування	Витрати, м ³ /ч
1. пневмоінструмент	20
2. технологічне оснащення	16
3. обдування стисненим повітрям	12

Необхідний обсяг МОР:

- емульсії - 20·130 = 2600 кг;
- сульфохфрезол – 2·900 = 1800 кг;
- масло машинне – 20·120 = 2400 кг.

З урахуванням номенклатури МОР і числа верстатів використаємо однотипне по складу МОР, приймаємо централізований циркуляційний спосіб постачання металорізальних верстатів МОР, що припускає подачу рідини до верстатів із центральної установки по трубопроводах, від верстатів оброблена рідина тече самотіком по підземному трубопроводі в центральну установку. Для установки, подачі, збору й очищення МОР використається площа 24 м².

Склад масел призначений для зберігання масла, необхідного для заливання й заміни масла в ємностях верстатів, на доливання й ручне змазування елементів верстатів, які працюють у режимі тертя.

					КНУ.131.25.1-05.06РКТЕП	Адк.
Змн.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Склад масел укрупнено приймають із розрахунку $0,1 - 0,12 \text{ м}^2$ на 1 одиницю верстата, що обслуговується в цеху. Розташовується склад масел у спеціальному приміщенні біля зовнішньої стіни будинку, що має вихід назовні з метою дотримання пожежної безпеки. Приймаємо склад масел $0,1 \cdot 20 = 2 \text{ м}^2$.

Допускається об'єднання складу масел з відділенням по готуванню МОР, якщо його площа досягає до 20 м^2 .

Тоді площа складу масел і МОР:

$$S_c + S_m = 24 + 2 = 26 \text{ м}^2.$$

6.1.2 Проектування цехових складів матеріалів, заготівель і готових деталей

Основним завданням цехових складів є забезпечення нормального ходу виробництва.

Склад матеріалів і заготівель становить 10-15% від верстатної площі.

Склад готової продукції 10% від верстатної площі.

Таблиця 6.5 – Зведена таблиця

Найменування виробничої площі	Займана площа, м^2	Примітка
1 Верстатна площа	475	
2 Площа допоміжних відділень:		
2.1 інструментальне забезпечення цеху	20	
2.2 комора пристосувань	18	
2.3 комора абразивів	16	
2.4 система видалення й переробки стружки	3	
2.5 склад матеріалів і заготівель	45	
2.6 склад масел і МОР	26	
2.7 склад готової продукції	50	
3 Ділянка зборки	24	
4 Санітарно-побутові приміщення й засоби охорони праці	200	Уточнюється планом цеху
Усього:	877	1152

6.1.3 Розробка транспортної системи цеху

На основі аналізу конструкції, габаритів і ваги оброблюваних виробів з урахуванням програми випуску приймаємо наступне встаткування:

Таблиця 6.6 - Підйомно-транспортне встаткування

Група встаткування	Кільк.	Тип, модель	Вантажопідйомність, т	Габаритні розміри
1. Кранове встаткування	1	Кран мостовий	20	ширина 24000
2. Ручні візки	1		0,3	
3. Електрокари	2		3,0	

6.1.4 Проектування приміщень і засобів для охорони праці

Для створення високого загального рівня виробничого середовища й культури виробництва в цеху необхідно передбачити систему охорони праці.

На плануванні ділянки необхідно передбачити захисні загородження в основного й допоміжного устаткування й пульти аварійного відключення його. Висота огорожень, що рекомендує, 1,3 м від рівня підлоги. Огородження виконуються із труб обшитих металевою сіткою з осередками 60x60 мм. При використанні підвісного транспорту під проходами й робітниками місцями передбачаються захисні щитки, що попереджають падіння переміщуваних виробів.

У цеху вжиті заходи електробезпечності - розрахована схема заземлення - і пожегобезопасності - розраховані кількість і види засобів пожежогасіння й відведені місця для їхнього зберігання.

Забезпечення санітарних норм повітряного середовища, освітленості, чистоти приміщень, захисту від вібрацій, шуму, а також проведення заходів щодо виробничої естетики обговорені в розділі "Безпека життєдіяльності".

У проєктованому цеху передбачена підсистема обслуговування працюючих.

1. курилні вузли, питні пристрої - у радіусі 50-90 м.
2. цехові здравпункти - загальна площа 48 м².
3. побутові приміщення - розташовуються в 2-х поверховій прибудові до виробничого корпусу (на плані цеху не вказуються).
4. служба місцевого громадського харчування - буфети, лотки, автомати - необхідна площа по автомат 0,2 м²; під кіоск 3-4 м².

					КНУ.131.25.1-05.06РКТЕП	Адк.
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

6.1.5 Проектування систем контролю якості

Площа КП і КВ визначаємо з урахуванням планування всіх робочих місць контролерів, необхідного встаткування й інвентарю. Спрощено площа можна визначити виходячи із числа контролюючих працівників, що розташовуються на даній площі.

При цьому на одну Людину передбачається 5-6 м² і робиться надбавка для розташування встаткування й проходів шляхом введення коефіцієнта. Кількість контролерів ВТК визначає залежно від кількості основних робітників (5-7).

Тоді площа контрольного відділення складе:

Розмір контрольних площадок 2х2 м².

Контрольних площадок у проектованому цеху 4.

6.1.6 Проектування будівельних і несущих конструкцій будинку механоскладального цеху

З урахуванням всіх факторів, що впливають на вибір типу конструкції й розмірів виробничого будинку приймаємо наступну схему будинку.

Висота будинку $H = 10,8$ м;

Довжина будинку $L_H = 48000$ мм

Ширина прольоту $L = 24000$ мм

Будинок одноповерхове із прибудовою для побутових і адміністративних приміщень (на плані цеху не вказуємо).

6.2 Охорона праці та екологія виробництва

Ремонт редукторів бурових верстатів поєднує складну механообробку, поводження з мастильно-технологічними рідинами та роботу з важкими елементами. У таких умовах екологічна безпека та охорона праці – не додаткові вимоги, а структурні частини технологічного процесу.

Екологічний підхід дозволяє зменшити утворення відходів, підвищити рівень утилізації й знизити негативний вплив на навколишнє середовище. Системна робота з охорони праці зменшує аварійність, травматизм і витрати на простої. Виконання цих вимог підсилює загальну якість ремонту, підвищує ресурс відновлених редукторів і підтримує відповідальність підприємства перед працівниками та довкіллям.

6.2.1 Загальні вимоги до організації роботи

Під час розбирання, мийки та дефектації редукторів утворюються кілька типів виробничих відходів:

- відпрацьовані мастила та МОР – основне джерело потенційного забруднення ґрунтів та вод;

					КНУ.131.25.1-05.06РКТЕП	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

- металеві стружки й абразивний пил, що виникають при притиранні, шліфуванні, відновленні зубців;
- хімічні відходи мийних розчинів (лужні, емульсійні, знежирювальні склади).

За відсутності регламенту поводження з такими матеріалами ремонтна дільниця може перетворитися на джерело промислових забруднень. Тому технологічний процес сьогодні будується таким чином, щоб мінімізувати потрапляння сторонніх речовин у довкілля. Для цього застосовують:

- локальні системи збору мастил: піддони з бортиками, герметичні контейнери, маркування відповідно до типу відходу;
- фільтраційно-адсорбційні установки для регенерації мийних розчинів і зменшення їх частоти заміни;
- закриті мийні камери із повторним використанням робочої рідини;
- контроль стружки (розділення сталевोї й чавунної, збір у спеціальні контейнери та передача на утилізацію).

У деяких підприємствах практикується часткова регенерація відпрацьованих мастил методом вакуумної дегідратації та тонкої фільтрації. Це значно скорочує кількість відходів і підвищує загальну екологічну ефективність ремонту.

6.2.2 Засоби індивідуального захисту

Окрему увагу слід приділити випаровуванням мастильних матеріалів та аерозоля МОР. Під час очищення та нагріву деталей можливе утворення летких органічних сполук (ЛОС). Для їхнього керування на ремонтних ділянках встановлюють:

- місцеві відсмоктувачі над ваннами та мийними агрегатами;
- загальнообмінну припливно-витяжну вентиляцію із кратністю повітрообміну, достатньою для розсіювання аерозолів;
- за потреби – фільтри з активованим вугіллям або рукавні фільтри для механічних часток.

Нормативи гранично допустимих концентрацій для аерозолів МОР і мастил регулюються державними стандартами та санітарними нормами, і їх дотримання контролюється як лабораторними вимірюваннями, так і автоматизованими датчиками, встановленими в зоні робіт.

6.2.3 Охорона праці при ремонті редукторів

Ремонт редукторів пов'язаний з кількома групами небезпечних факторів: механічні (кришки, вали, шестерні з високою масою; ризик защемлення); хімічні (контакт з мастилами, розчинниками); фізичні (шум, вібрація під час оброблення, нагріті деталі); а також ергономічні (робота в незручних положеннях, піднімання масивних вузлів).

З позиції охорони праці процес ремонту організовують з урахуванням таких принципів:

					КНУ.131.25.1-05.06РКТЕП	Адк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.2.3.1 Безпечна організація робочого місця

Підйом і переміщення тяжких вузлів здійснюють тільки талью, кран-балкою або спеціальними пристроями. Використання ручних методів переміщення обмежене масою допустимого підняття. Робоча зона повинна мати неслизьке покриття, антипроливні піддони та якісне освітлення.

6.2.3.2 Засоби індивідуального захисту

Для ремонтника обов'язкові:

- захисні рукавиці стійкі до мастил,
- комбінезон з антималяним просоченням,
- окуляри або щиток під час шліфування,
- респіратор при роботі з аерозолями МОР або сухим абразивом,
- взуття з металевим підноском.

6.2.3.3 Робота з хімічними речовинами

Усі мийні засоби супроводжуються паспортами безпеки. Забороняється підігрівати розчини понад рекомендовану температуру, щоб уникнути посилення випаровування. Для збирання пролитих мастил використовують сорбенти, після чого відходи передають на утилізацію як небезпечні.

6.2.3.4 Безпека при механічній обробці деталей

Під час шліфування шестерень і валів важливо контролювати швидкість круга, використовуючи огороження й аварійне гальмування. Робота з пресами (встановлення підшипників, втулок) здійснюється лише при використанні штатних опорних плит і прихватів..

6.2.4 Управління ризиками та культура безпеки

Сучасні підприємства впроваджують ризик-орієнтований підхід – перед кожним ремонтом майстер коротко оцінює ризики: які вузли мають високу масу, чи використовуються ЛОС, чи є потреба в ізоляції зони. Важливу роль відіграють інструктажі, контроль стану інструменту, а також система повідомлень про «небезпечні спостереження», які дозволяють попередити інциденти.

Культура безпеки полягає не лише у виконанні регламентів, а й у відповідальному ставленні до екологічних вимог. Наприклад, заборона зливати мастила «в загальний стік» або залишати промаслені матеріали без контейнерів – це не формальність, а практика, яка безпосередньо впливає на довкілля.

6.2.5 Надзвичайні ситуації

У випадку виникнення несправностей або аварійних ситуацій необхідно негайно зупинити роботу верстата і повідомити про це відповідальну особу.

					КНУ.131.25.1-05.06РКТЕП	Адк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

Забороняється самостійно виконувати ремонт або усунення несправностей без відповідної кваліфікації.

Дотримання правил техніки безпеки під час токарної обробки конструкційних сталей є запорукою безпечної та ефективної роботи у механічному цеху. Регулярне навчання та інструктаж і з охорони праці, а також викори стання засобів індивідуального захисту дозволяють мінімізувати ризики травматизму та аварійних ситуацій, забезпечуючи при цьому високу якість виконуваних робіт.

6.3 Розрахунки ключових техніко-економічних показників

Було виконано економічний аналіз з метою визначення собівартості виготовлення деталі «Кришка» за трьома варіантами її технологічної обробки. У межах дослідження також оцінено доцільність модернізації виробництва, що передбачає заміну застарілих верстатів (2Н135, 6Р12 та 2Р135Ф2-1) на сучасний ЧПК-центр HAAS VF-3YT/50.

Усі необхідні розрахунки, включно з визначенням строку окупності інвестицій, наведено в таблицях 6.7–6.10.

Таблиця 6.7 – Вихідні дані розрахунків

Вихідні дані				
Дані	Базовий варіант			Новий варіант
	2Н135	6Р12	2Р135Ф2-1	HAAS VF-3YT/50
<i>Деталь</i>				
Річний обсяг випуску деталей N, шт.	3500			3500
Кількість запусків партій деталей в рік, шт	20			20
Тривалість випуску деталей Z, рік	3			3
Штучний час обробки деталі $t_{шт}$, хв.	52	4,86	64,2	98,7
Час наладки верстата, хв.	16	4	8	20
Розряд:				
контролера	5			5
верстатника	4	4	3	2
наладчика	3	3	3	5
наладчика інструменту				4
Кількість кадрів програми, шт.			330	520
Вартість заготовки $S_{заг}$, грн.	3514			3514

Продовження таблиці 6.7

Вартість комплекту спец. пристосувань К _{пр.} грн	42500	33000	31000	70000
Середній час налагодження за прибором одного інструменту поза верстатом, хв.	0,5	0,5	1	1
Середній період стійкості інструменту, хв.	45	45	60	120
Середня кількість граней пластинки, шт.	1	1	1	3
Коефіцієнт, що враховує питому вагу основного часу в штучному k _т	0,083	0,083	0,083	0,083
Вартість одного кадру ПК, грн.			8,9	8,9
Вартість розробки ПК К _{пк} , грн.			2937	4628
Середньочасова зарплатня робітника, грн:				
верстатника Н _{ст}	120	160	160	160
наладчика Н _{нал}	130	130	150	150
наладчика інструмента Н _{ін}	120	120	120	120
контролера Н _к	145			145
Верстати				
Клас точності верстата	Н	Н	Н	А
Маса верстата, т	11,8	4,2	4,7	7,5
Габарити верстата (довжина x ширина), м.	5,5 x 3,2	2,56 x 2,26	2,665 x 1	5,59 x 2,45
Габарити пристрою ЧПК, м			0,5 x 0,5	0,5 x 0,5
Тип пристрою ЧПК				HAAS
Строк служби верстата до капітального ремонту Т _{рл} , років	7	7	7	10
Встановлена потужність всіх електродвигунів головного руху, кВт	10	10	10	50
Категорія складності ремонту верстата ЕРС:				
механічної частини R _м	18,6	15	15,6	27
електротехнічної частини R _е	13,4	9,8	9,2	20,8
Кількість верстатів, що обслуговує один робочий d, шт	1	1	2	2
Оптова ціна верстата Ц, грн.	360000	360000	345000	4700000
Коефіцієнт завантаження верстата η _з	0,7	0,25	0,75	0,95
Площа верстата за габаритами А, м. кв.	17,6	5,8	2,7	13,7

					КНУ.131.25.1-05.06РКТЕП	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 6.7

Площа пристрою ЧПК А _у , м. кв.			0,25	0,25
Витрати на одну одиницю ЕРС верстата, грн.				
механічної частини Н _м	401	401	401	272
електротехнічної частини Н _е	86	86	86	60
Норматив річних витрат на поточне обслуговування та ремонт ПЧПК Q, грн.	0	0	0	1950
Коеф., що враховує додаткову площу верстата, γ	3	2,5	1,5	3,5
Коеф., що враховує клас точності верстата, μ	1	1	1	1,8
Ефективний річний фонд часу роботи верстата Ф _{об} , год	3975	3975	3975	3845
<i>Виробничі та інші площі</i>				
Вартість 1 м. кв. площі механічної Ц _{пл.зд.} , грн	500			500
Вартість 1 м. кв. площі, що займають службово-побутові приміщення Ц _{сл. поб.} , грн	1000			1000
Площа службово-побутових приміщень, що приходяться на одного робочого А _б , м. кв.	7			7
Витрати на утримання та амортизаційні витрати на 1 м. кв. цеху Н _{пл} , грн.	180	180	180	200

					КНУ.131.25.1-05.06РКТЕП Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Таблиця 6.8 – Розрахунок допоміжних показників

Розрахунок допоміжних показників				
Дані	Базовий варіант			Новий варіант
	2Н135	6Р12	2Р135Ф2-1	HAAS VF-3YT/50
Трудомісткість обробки $T_{шт}$, год	400	283,5	535	1400
Час наладки верстата впродовж року T_n , год	5,33333	1,333333	2,666666667	6,666666667
Час наладки інструмента поза верстатом впродовж року $T_{н.ін}$, год	0	3,276	9,273333333	20,00
Час контролю деталей впродовж року T_k , год	33,2	23,5305	44,405	116,2
Кількість верстатників $P_{ст}$, чол. (розрах.)	0,22	0,15	0,14	0,38
(дійсна)	1	1	1	1
Кількість наладчиків верстатів P_n , чол. (розрахункова)	0,0029	0,0007	0,0014	0,0036
(дійсна)	1	1	1	1
Кількість наладчиків інструмента поза верстатом $P_{н.ін}$, чол. (розрахункова)	0	0,001761	0,004985663	0,01075
(дійсна)	1	1	1	1
Кількість контролерів P_k , чол. (розрах.)	0,02	0,013	0,02	0,06
(дійсна)	1			1
Додаткова кількість робочих по обслуговуванню верстатів з ЧПК $P_{дод}$, чол (розрахункова)	0,00	0,00	0,09	0,19
(дійсна)	0	0	1	1
Загальна кількість працівників на річну програму випуску деталей, чол.	11			5
Частка завантаження верстата обробкою деталі в обсязі річного випуску β	0,15	0,2866	0,180	0,39

					КНУ.131.25.1-05.06РКТЕП	Адк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рисунок 6.1 – Результати розрахунків

Собівартість механічної обробки річного випуску деталей

$$C = И_з + И_н + И_{ин} + И_{лк} + И_{пр} + И_{усп} + И_а + И_{пл} + И_{сл} + И_р + И_у + И_к,$$

де $И_з$ – зарплата верстатника; $И_н$ – зарплата за наладку верстата; $И_{ин}$ – зарплата наладжувальника інструмента поза верстатом; $И_{лк}$ – витрати на підготовку та поновлення керуючої програми; $И_{пр}$ – витрати на ремонт та утримання спеціальних пристосувань; $И_{усп}$ – витрати на прокат універсально-збірних пристосувань при їх використанні; $И_а$ – амортизаційні відрахування на повне відновлення обладнання; $И_{пл}$ – витрати на утримання приміщення, яке займає верстат; $И_{сл}$ – витрати на амортизацію і утримання службово-побутових приміщень; $И_р$ – витрати на ремонт та технічне обслуговування обладнання; $И_у$ – витрати на технічне обслуговування і ремонт ЧПК; $И_к$ – зарплата контролера

C1 на деталь = 106,84

C2 на деталь = 93,30

$C_1 =$	$И_з$	$И_н$	$И_{ин}$	$И_{лк}$	$И_{пр}$	$И_{усп}$	$И_а$	$И_{пл}$	$И_{сл}$	$И_р$	$И_у$	$И_к$		
	226314	+ 1991,81	+ 1505,92	+ 0,84	+ 39760	+ 0	+ 5934,91	+ 2274,50	+ 77000	+ 4490,9	+ 0,0	+ 14664,65	=	373937,77
$C_2 =$	186157	+ 1572,48	+ 234,00	+ 1542,667	+ 26133,3	+ 0	+ 49321,80	+ 3024,00	+ 35000	+ 5955,8	+ 750,9	+ 16849	=	326541,43

Капітальні вкладення споживача

$$K = K_б + K_{зд} + K_{сл} + K_{нез} + K_{пр} + K_{п.у.}$$

де $K_б$ – балансова вартість верстата, грн; $K_{зд}$ – вартість приміщення, яке займає верстат, грн.; $K_{сл}$ – вартість службово-побутових приміщень, грн.; $K_{нез}$ – обігові кошти в незакінченому виробництві, грн.; $K_{пр}$ – вартість комплексу спеціальних пристосувань, які використовуються на верстатах при обробці деталей, грн.; $K_{п.у.}$ – витрати на створення керуючої програми (КП), грн.

	$K_б$		$K_{зд}$		$K_{сл}$		$K_{нез}$		$K_{пр}$		$K_{п.у.}$		
$K_1 =$	239632	+	6318	+	77000	+	1147423	+	106500	+	2937	=	1579810
$K_2 =$	930600	+	4394,25	+	28000	+	672963	+	70000	+	4628	=	1710584,87

Рисунок 6.2 – Показники приведених витрат, річного економічного ефекту та терміну окупності

Приведені витрати				Строк окупності			
$З_1 =$	C_1	+	$E_n \cdot K_1$	$T_{ок} =$	$(K_2 - K_1)$	/	$(C_1 - C_2)$
610909	373938		0,15 · 1579810	2,759	1710584,87	1579810	373937,77 326541,43
$З_2 =$	C_2	+	$E_n \cdot K_2$				
583129	326541		0,15 · 1710585				
Річний економічний ефект							
$E =$	$З_1$	-	$З_2$				
27780,1231	610909,3	-	6E+05				

Отримані дані показують, що заміна трьох застарілих верстатів на сучасний ЧПК-аналога значно зменшує час виконання технологічних операцій. Оновлення обладнання є фінансово доцільним: очікуваний термін його окупності становить 2,759 року, а щорічна економія коштів — близько 27 780 грн.

					КНУ.131.25.1-05.06РКТЕП	Адк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ІННОВАЦІЙНО-НАУКОВИХ РЕСУРСІВ

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ГЛИБОКИХ ОТВОРІВ, ОГЛЯД МОЖЛИВИХ СХЕМ ОБРОБКИ Й КОНТРОЛЮ

Обробка отворів великої глибини (коли співвідношення їхньої довжини L до діаметра d_0 перевищує 5) традиційно супроводжується значними труднощами, пов'язаними як з надійністю роботи ріжучого інструмента, так і з отриманням поверхонь належної якості [26, 27]. Під час свердління таких отворів досить часто виникає потреба у чистовій, фінальній обробці. Це зумовлено як вимогами технічної документації до готових деталей, так і можливим зношуванням свердильних головок у процесі роботи. Особливо високі вимоги висуваються до ресурсності та ефективності інструмента, зокрема головок для глибокого свердління при виготовленні деталей із складнооброблюваних сталей [28].

У сучасному виробництві свердильні головки, що використовуються для виконання глибоких отворів, демонструють недостатню стійкість як ріжучих, так і напрямних елементів. Це зумовлено специфічними фізико-механічними характеристиками матеріалів, які обробляються, зокрема високолегованих конструкційних сталей після різних видів термообробки. На практиці доволі часто виникає ситуація, коли ріжуча частина головки поступово зношується у процесі формування глибокого отвору. Такий знос призводить до відхилень від заданих технічними вимогами розмірів та формотворчих параметрів, наприклад появи конусності.

7.1 Особливості процесу обробки глибоких отворів

Під час розробки технології виконання глибокого свердління слід передбачити такі ключові етапи:

- визначення режимів різання, зокрема розрахунок швидкості різання та частоти обертання шпинделя;
- організація ефективного подрібнення й виведення стружки із зони обробки;
- встановлення оптимальних характеристик ріжучої частини інструмента;
- підбір відповідного типу та складу охолоджувальної рідини.

					КНУ.131.25.1-05.07.КОЕПР				
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата	КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ІННОВАЦІЙНО-НАКОВИХ РЕСУРСІВ	Літ.	Арк.	Архiви́в	
Розроб.		Камінський							
Перевір.		Рязанцев							
Н. Контр.		Нечаєв				Каф. ТМ гр.ПМ-24м			
Зав. каф.		Рязанцев							

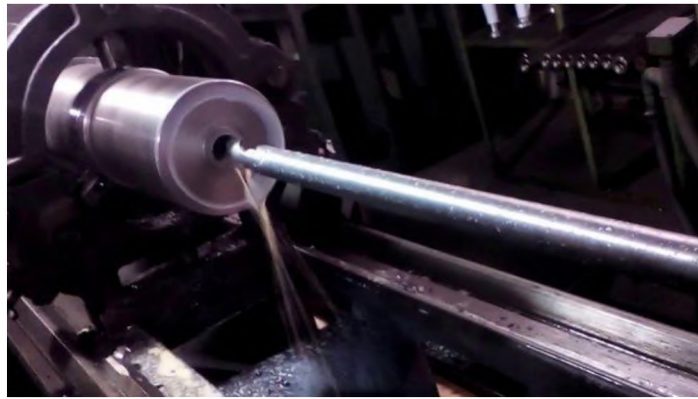
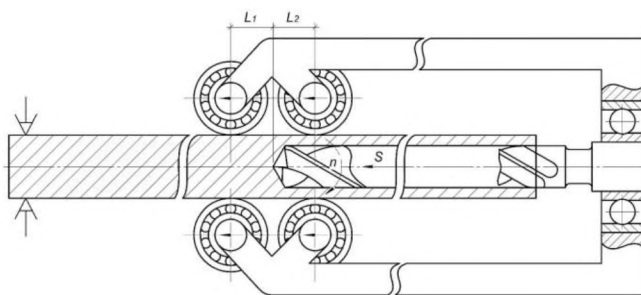


Рисунок 7.1 – Типова схема глибокого свердління

З точки зору кінематичної схеми процесу глибоке свердління може виконуватися в одному з трьох режимів:

- обертання здійснює лише заготовка, тоді як інструмент рухається тільки поступально без власного обертання.
- обертається виключно інструмент, а деталь жорстко зафіксована й знаходиться в співвісному положенні.
- одночасне обертання як заготовки, так і глибокосвердлильного інструмента.

Під час визначення способу виконання обробки беруть до уваги конструктивні особливості деталі та технічні характеристики інструмента для глибокого свердління. У разі потреби використовують додаткові опорні пристрої, які запобігають прогину заготовки (див. рис. 7.2).



(а)



(в)

Рисунок 7.2 - Глибоке свердління з використанням підтримуючих пристосувань (а, в)

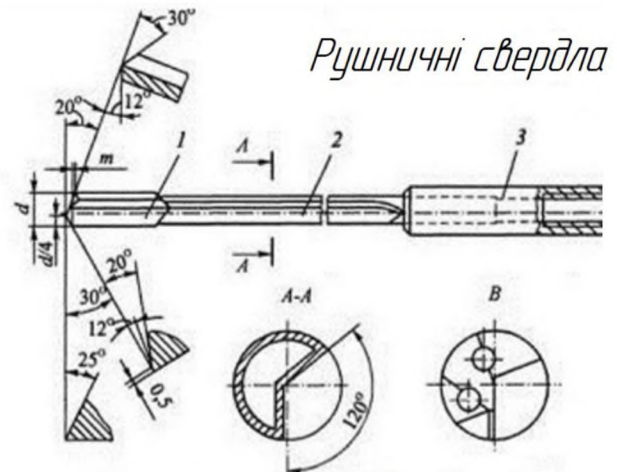
					КНУ.131.25.1-05.07.КОЕПР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для виконання глибокого свердління використовують інструмент чотирьох основних видів: циліндричні, рушничні, ежекторні та гарматні свердла.

Циліндричні свердла оснащені прямим циліндричним хвостовиком і здатні створювати отвори, глибина яких перевищує п'ятнадцятикратний розмір їхнього діаметра.



Рисунок 7.3- Циліндричні свердла для глибокого свердління



1 – наконечник, 2 – трубчатий стебель, 3 – хвостовик

Рисунок 7.4 - Рушничне свердло

Рушничні свердла. Це інструмент із одним або двома різцями, призначений для формування отворів діаметром до 100 мм. Ріжучі елементи виготовляються з твердосплавних матеріалів. Типова конструкція такого глибокосвердильного інструмента включає ріжучий наконечник, подовжене гарматне стебло та хвостовик (рис. 7.4).

Геометрія та форма ріжучої робочої частини інструмента визначаються з урахуванням форми отвору та властивостей матеріалу, який підлягає обробці.

Таблиця 7.1 – Типи свердел та їхній загальний вигляд

Тип свердла	Загальний вид
Свердло із твердосплавною головкою для однобічного різання	
Однобічний свердло з напрямними пластинами	

Використання ежекторного інструмента для глибокого свердління на токарному верстаті є найбільш ефективним при отворах діаметром від 20 до 60 мм. Оптимальна глибина обробки при цьому може досягати 1200 мм.

Як зазначалося раніше, при підборі комплексу інструментів для глибокого свердління беруть до уваги такі чинники:

- властивості матеріалу заготовки;
- розмір діаметра майбутнього отвору;
- глибину свердління;
- технологічні характеристики обладнання та оснащення.

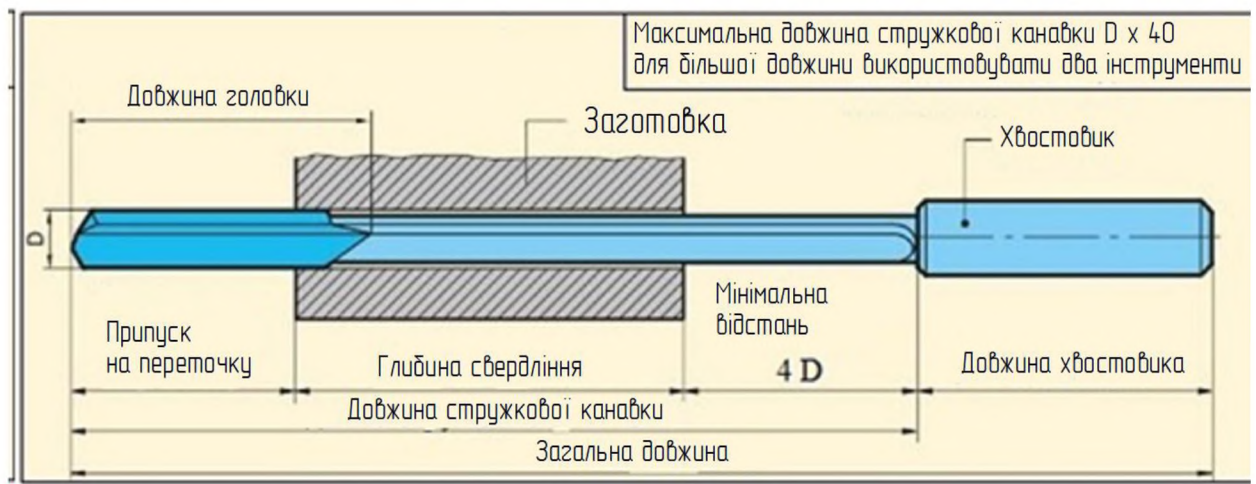


Рисунок 7.7 - Співвідношення розмірів різних ділянок на загальній довжині свердла

Для більш ефективного відводу стружки застосовується інструмент із полірованими канавками.



Рисунок 7.8 - Рушничне свердло з одним лезом



Рисунок 7.9 - Рушничне свердло із двома лезами

Послідовність операцій при складанні технологічного маршруту:

- розмітка заготовки;
- підготовка пілотного отвору;

					КНУ.131.25.1-05.07.КОЕПР	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

- встановлення основного ріжучого інструмента та підведення заготовки;
- вихід свердла на задану швидкість обертання і поступова подача в матеріал деталі;
- формування отвору за один прохід без виведення інструмента;
- прискорене виведення свердла з робочої зони після завершення операції.

При обробці особливо глибоких отворів перші 25 мм проходять на зниженій швидкості, після чого інструмент переводять на номінальні режими роботи.

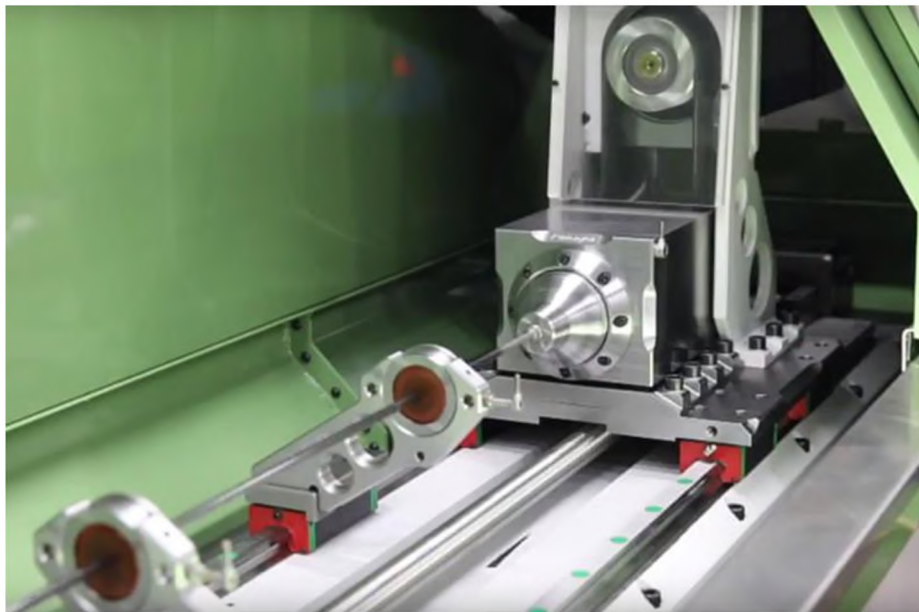


Рисунок 7.10 - Добування свердла через кондукторні пристосування

Значення використання ЗОР при глибокому свердлінні
Застосування змащувально-охолоджувальної рідини (ЗОР) дозволяє досягти комплексного ефекту:

- ефективне видалення стружки;
- значне зменшення ймовірності заїдань та заклинювання інструмента;
- подовження ресурсу ріжучого інструмента;
- якісне відведення тепла та зниження нагрівання зони обробки.

Склад охолодної рідини підбирається індивідуально та залежить від типу використовуваного свердла, властивостей матеріалу заготовки і кількості виділеного тепла.

					КНУ.131.25.1-05.07.КОЕПР	Адк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		



Рисунок 7.11 - Подача охолодної рідини в робочу зону

Типові погрішності обробки й дефекти при глибокому свердлінні

Під час свердління глибоких отворів у металевих деталях можуть з'являтися такі дефекти: перекіс або зміщення отвору, відхилення діаметра, шорстка поверхня та збільшення фактичної глибини.

Перекіс виникає, коли свердло і заготовка не розташовані співвісно. Це призводить до зміни траєкторії інструмента і виходу за межі робочої зони. Щоб уникнути цього дефекту, слід перевіряти положення свердла та заготовки, контролювати стан допоміжних пристосувань і, за потреби, замінювати їх справними елементами.

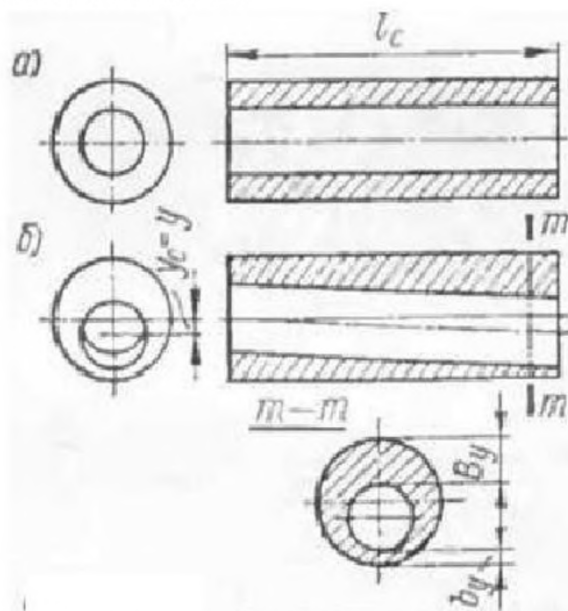


Рисунок 7.12 - Перекіс при свердлінні: а – правильний отвір, б – отвір з перекосом

					КНУ.131.25.1-05.07.КОЕПР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зміщення отвору може виникати через биття свердла або його відхилення вбік. Основними причинами такого дефекту є ненадійне кріплення заготовки, неправильна розмітка та зовнішні механічні впливи.

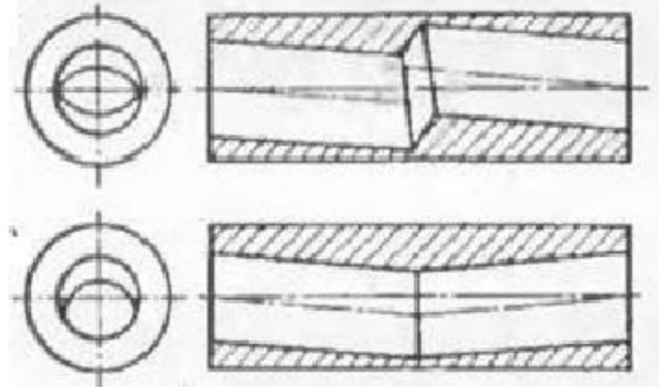


Рисунок 7.13 - Зсув отворів у результаті зустрічної роботи декількома свердлами

7.2. Контроль діаметрів глибоких отворів. Патентний огляд

Для контролю діаметрів глибоких отворів на всій їх довжині використовують спеціальні вимірювальні прилади, які називають «зірками». Механічна зірка з нониусною шкалою (рис. 7.14, а) застосовується для перевірки отворів діаметром від 30 до 300 мм. Вона складається з корпусу 1, всередині якого поздовжньо переміщується клин 2. У корпусі розташовані два вікна з повзунами 5, що спираються на клин. Пластинчасті пружини 3 забезпечують постійний контакт повзунів із клином.

У повзунах 5 є різьбові гнізда, в які встановлюються змінні вимірювальні штифти — колки 4.

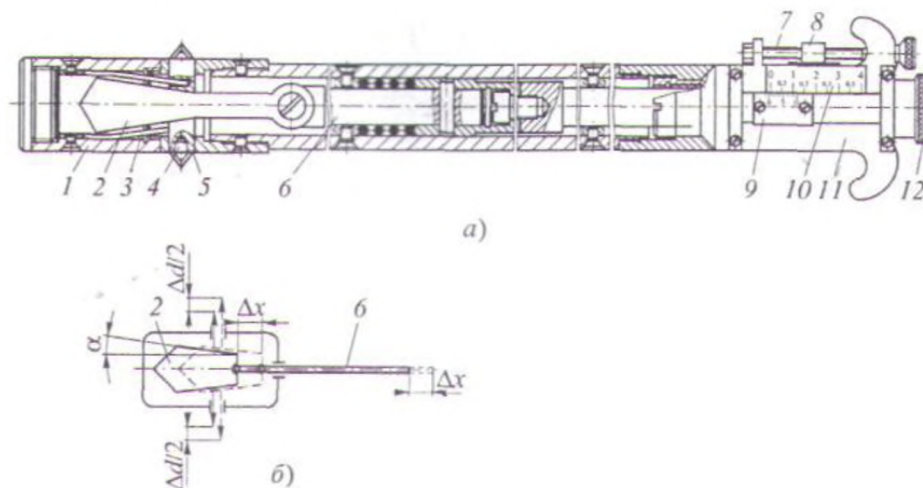


Рисунок 7.14 - Механічна зірка з нониусної шкалою (а) і схема її роботи (б): 1 — корпус; 2 — клин; 3 — пружина; 4 — колки; 5 — повзун; 6 — тяга; 7 — гвинт; 8 — каретка; 9 — ноніус; 10 — лінійка; 11 — рамка; 12 — рукоятка

					КНУ.131.25.1-05.07.КОЕПР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Під час вимірювання, переміщуючи рукоятку 12, приводять у рух тягу 6 та шарнірно з'єднаний з нею клин 2. Від напрямку переміщення клина залежать вихід або втоплення повзунів, у яких закріплені колки. Для відліку переміщень тяги разом з клином використовується лінійка 10 з розподілами та ноніус 9, яка кріпиться на каретці 8. Обертанням гвинта 7 лінійку 10 переміщують уздовж рамки 11 та встановлюють у потрібне положення, тоді як ноніус 9 рухається разом з тягою.

При контролі зміни діаметра отвору на величину Δd їй відповідає поздовжнє переміщення Δx клина 2 та пов'язаної з ним тяги 6 (рис. 7.14, б). Взаємозв'язок між поздовжнім переміщенням тяги та зміною діаметра отвору визначається формулою:

$$\Delta d = 2 \Delta x \tan \alpha_k,$$

де α_k — кут нахилу клина. Визначивши поздовжнє переміщення тяги та застосувавши цю залежність, обчислюють величину зміни діаметра отвору. При цьому максимальна похибка виміру не перевищує $\pm 0,25$ мм.

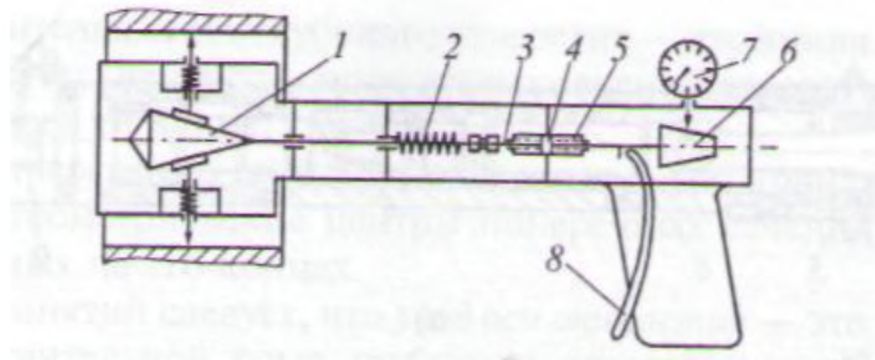


Рисунок 7.15 - Механічна зірка з індикатором і постійним вимірювальним тиском: 1,6- клин; 2 — пружина; 3 — тяга; 4 — поршень; 5 — циліндр; 7 — індикатор; 8 — важіль

Більш високу точність відліку забезпечують зірки з індикатором і постійним вимірювальним тиском (рис. 7.15). У таких приладах переміщення тяги 3 із клином 1 відбувається під дією попередньо стиснутої пружини 2. На протилежному кінці тяги розташований клин 6, на який спирається наконечник вимірювального стрижня індикатора 7. При переміщенні тяги разом з клином рухається і клин 6, жорстко пов'язаний із тягою. Відхилення стрілки індикатора визначається кутом конуса клина та величиною його поздовжнього переміщення. Зміни діаметра контрольованого отвору відображаються за показниками індикатора.

Для опускання колків при переміщенні зірки усередині отвору служить важіль 8. Натискання на нього переміщує тягу 3 із клином 1 та стискає пружину 2. Під час вимірювання важіль 8 відпускають, і під дією пружини тяга з клином переміщується в бік індикатора, висуваючи колки до контакту з поверхнею отвору. Щоб уникнути удару колків об стінки, передбачене гідра-

					КНУ.131.25.1-05.07.КОЕПР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

влічне гальмо, що складається з поршня 4 і циліндра 5. Поршень жорстко закріплений на тязі, і під час його руху рідина перетікає через отвір у поршні, забезпечуючи плавне переміщення всіх рухомих частин зірки.

На заводах важкого машинобудування для вимірювання діаметрів отворів у діапазоні 50–450 мм та довжиною до 4000 мм застосовують пристрій, створений на базі стандартного індикаторного нутромера (рис. 7.16).

Пристрій складається з індикаторного нутромера зі стрижнем 2, що плаває, з'єднувача 1 із цангою та гайкою, подовжувача 4, кріпильної втулки 5 та індикатора годинного типу 6. Для подовжувача використовуються стандартні подовжувачі мікрометричних нутромерів. Подібно до розглянутих вище зірок, пристрій налаштовується на вимірюваний розмір за еталонем у вигляді кільця або по плоско-паралельним кінцевим заходам довжини з боковиками. Погрішність виміру в зазначеному діапазоні становить 0,010–0,025 мм.

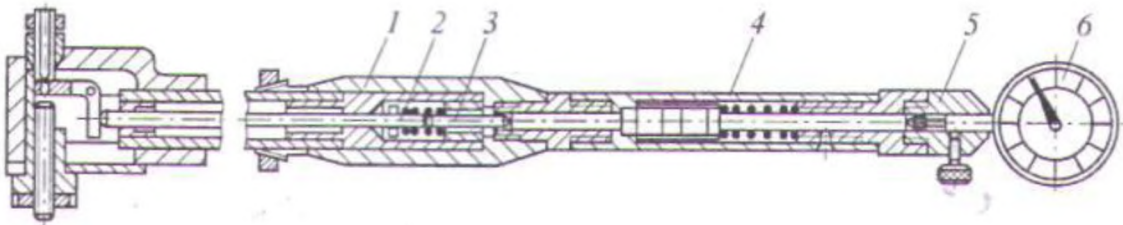


Рисунок 7.16 - Індикаторний нутромер для виміру діаметрів глибоких отворів: 1 — з'єднувач; 2 — стрижень; 3 — плаваючий контакт; 4 — подовжувач; 5 — кріпильна втулка; 6 — індикатор годинного типу

На малюнку 7.17 зображено електричний прилад для вимірювання діаметрів глибоких отворів. Прилад складається з індуктивної пробки 5 та електронного блоку 1. Індуктивна пробка оснащена двома підпружиненими вимірювальними наконечниками 6. Для просування пробки по каналу оброблюваного отвору використовується складна рукоятка 3, яка спирається на опори 4. У середині пробки розміщений диференціальний індуктивний перетворювач, що реєструє переміщення наконечників і через кабель 2 передає електричний сигнал до електронного приладу 1.

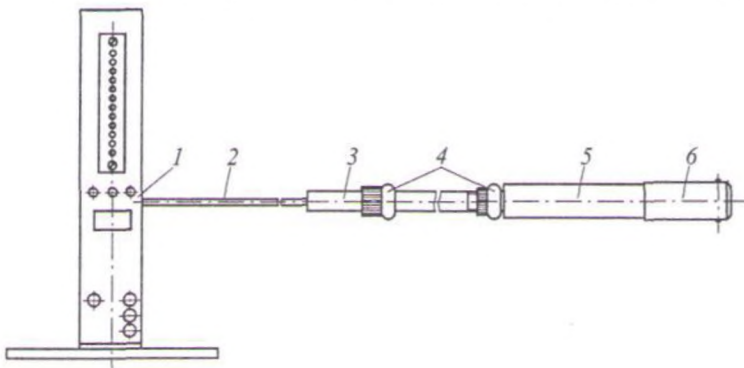


Рисунок 7.17 - Прилад для виміру діаметрів глибоких отворів: 1 — електронний прилад; 2 — сполучний кабель; 3 — рукоятка; 4 — опори; 5 — індуктивна пробка; 6 — наконечник.

					КНУ.131.25.1-05.07.КОЕПР	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

Вимірювання проводять наступним чином. Індуктивну пробку вводять у отвір горизонтально розташованої деталі. На заздалегідь визначених або заданих перетинах уздовж осі отвору (зазвичай через 100–150 мм) пробку зупиняють, і за показниками електронного блоку фіксують відхилення діаметра на цьому перетині.

Продовжуючи просування пробки вглиб отвору, визначають відхилення діаметра на глибину до 2500 мм. При потребі пробку виймають і вимірюють діаметр з іншого кінця деталі. Для контролю овальності отвору вимірювання виконують у двох взаємно перпендикулярних перетинах: спочатку по всій довжині в одному перетині, потім деталь або пробку повертають на 90° і повторюють вимір. Поворот деталі або пробки на 360° дозволяє оцінити геометричну точність форми отвору в поперечних перерізах.

Для контролю глибоких отворів використовують також індуктивні прилади серії ПКВД. Вимірювальні головки таких приладів оснащені або чотирма колками (рис. 7.18), або двома (рис. 7.19). У другому випадку діаметр спочатку вимірюють при русі головки в одному напрямку, після чого її виймають, повертають на 90° і виконують вимір у зворотному напрямку. Переміщення головки здійснюється вручну або за допомогою електропривода.

Електроживлення вимірювальної головки здійснюється через гнучкий кабель від блоків живлення та реєстрації. Основною перевагою індуктивних приладів є можливість безперервного виміру діаметра уздовж всієї довжини отвору. Результати реєструють за допомогою самописців або блоків з магнітною пам'яттю, з подальшою можливістю друку вимірювань.

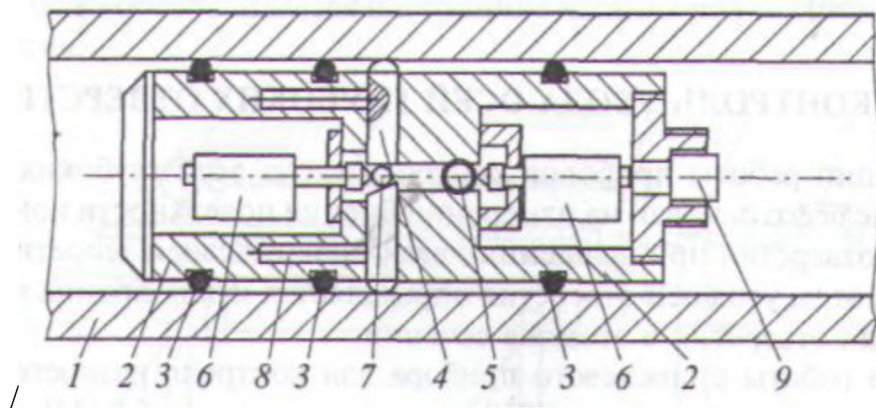


Рисунок 7.18 - Схема вимірювальної головки ПКВД із чотирма колками:

1 — деталь; 2 — корпус; 3 — кільця, що центрують; 4 — колки для виміру діаметра у вертикальній площині; 5 — колки для виміру діаметра в горизонтальній площині; 6 — індуктивні перетворювачі; 7 — кулька; 8 — пружини розтискання колків; 9 — кабельний роз'єм

					КНУ.131.25.1-05.07.КОЕПР	Адж.
Змн.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

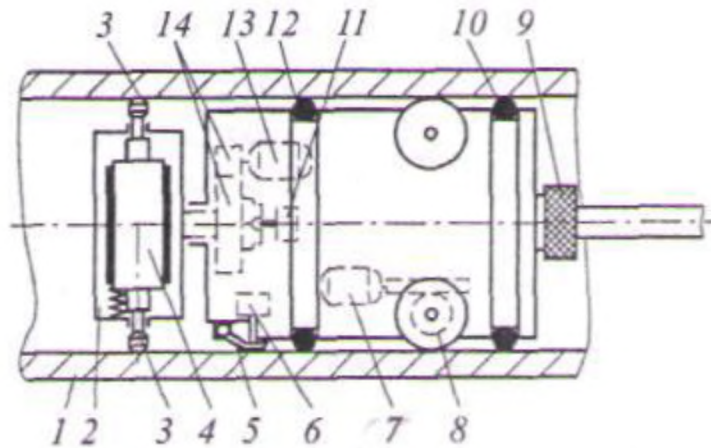


Рисунок 7.19 - Схема вимірювальної головки ПКВД із двома колками:

- 1 — деталь; 2 — поворотна вимірювальна головка; 3 — колки;
 4 — індуктивний перетворювач; 5 — важіль перемикача;
 6- перемикач повороту вимірювальної головки й реверсу осьової подачі;
 7 — привод осьової подачі; 8 — ролик осьової подачі;
 9 — кабельне рознімання; 10, 12- кільця, що центрують; 11- вимикач повороту вимірювальної головки; 13 — привод повороту вимірювальної головки; 14 — редуктор, самописи або блоки з магнітною пам'яттю й можливістю роздруківки результатів вимірів.

Як і раніше, перед початком роботи вимірювальні головки слід налаштовувати на еталонний розмір за допомогою кільця-калібру або мікрометра.

7.3. Рекомендації з підвищення ефективності процесу глибокого свердління

Всі рекомендації можна поділити на три основні групи: до обладнання, до ріжучого інструмента та до технологічного процесу.

7.3.1. Рекомендації до верстатного обладнання

- Оснащення верстатів приводом з безступінчастим регулюванням подачі інструмента, що забезпечує мінімальну подачу не більше 0,015 мм/оберт. Це обумовлено обмеженнями твердості інструмента при обробці отворів малих діаметрів.
- Використання приводів, які забезпечують високі частоти обертання шпинделя або заготовки (до 7500 об/хв), що дозволяє повніше реалізувати потенціал інструмента з твердосплавною ріжучою частиною.
- Обов'язкове застосування верстатних пристосувань, таких як кондукторні втулки, для підвищення точності центрування інструмента.

					КНУ.131.25.1-05.07.КОЕПР	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

- Підвищена жорсткість системи ВПД, що забезпечує точність базування інструмента відносно заготовки та підвищує точність формування отвору.

7.3.2. Рекомендації до ріжучого інструмента

- Використання інструменту з твердосплавною ріжучою частиною та твердосплавними напрямними (наприклад, для вуглецевих сталей — ріжучі пластини Т15К6, напрямні ВК8).
- Призначення оптимальних параметрів заточування ріжучої частини залежно від матеріалу заготовки, типу інструмента та умов обробки.
- Подвійне заточування свердла та підточування перемички й стрічечки, що покращує ріжучі властивості інструмента та сприяє ефективному стружкоутворенню.
- Нанесення зносостійких покриттів на ріжучу частину для підвищення стійкості інструмента.
- Підвищення стійкісних характеристик інструмента за допомогою методів зміцнення: термічна обробка, лазерне зміцнення, іонно-променева обробка, зміцнення в магнітному полі.

7.3.3. Рекомендації до технологічного процесу

Використання пілотного (заправного) отвору при свердлінні глибоких отворів.

- Свердління при одночасному обертанні заготовки та інструмента, при цьому доцільно застосовувати режим різання з більшим відношенням частоти обертання інструмента до частоти обертання заготовки для зменшення огранювання та підвищення стійкості напрямних.
- Застосування примусового зовнішнього або внутрішнього відведення стружки.
- Встановлення раціональних режимів свердління: швидкість різання не більше 50–60 м/хв, робоча подача в діапазоні 0,01–0,03 мм/оберт для діаметрів 7–20 мм.
- Підбір охолоджувально-мастильних рідин з оптимальними характеристиками, що впливають на процес обробки та ресурс інструмента.

Використання додаткових рухів інструмента, таких як віброзворотне свердління, для підвищення ефективності процесу.

					КНУ.131.25.1-05.07.КОЕПР	Адк.
Змн.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

Даний дипломний проект виконаний по реальних матеріалах на базі ТОВ «ЛИВАРНО-МЕХАНІЧНИЙ ЗАВОД». У даному проекті була вдосконалена технологічна підготовка виробництва, а саме:

- був проаналізований складальний вузол патрона, що подає, механізму приводу ходової частини із одною комплектуючою деталлю "кришка";
- розрахунком розмірних ланцюгів був виявлений оптимальний метод зборки й лінійні розміри з допусками деталі;
- розроблені сучасні технологічні процеси виготовлення деталі з урахуванням високопродуктивного встаткування зі ЧПУ;
- обрані економічні й прогресивні методи одержання заготівель, що дозволяють заощадити основні матеріали й зменшити час на обробку деталі;
- розраховані прогресивні режими різання, що дозволяють зробити обробку з мінімальною собівартістю;
- для забезпечення технологічного процесу спроектована технологічне оснащення, що дозволяє зменшити час на установку й обробку деталі в 2 рази, у порівнянні із заводським;
- для підвищення довговічності й міцності деталі проаналізовані методи зміцнення поверхні й обраний оптимальний - метод пористого хромування, що дозволяє працювати деталям в умовах граничного змащення, мати низькі значення коефіцієнта тертя в парі, мати корозійну стійкість і гарну теплопровідність;
- для здійснення виробничого процесу обрана оптимальна кількість основних і допоміжних робітників;
- для забезпечення доцільності проекту в порівнянні із заводським кожний етап проектування супроводжувався техніко-економічними розрахунками.

Економічна ефективність проекту збільшилася в 2 рази, у порівнянні із заводським, а дійсна вартість проекту має позитивний результат.

Варто зробити висновок, що розроблений проект є економічно доцільним і ефективним.

					<i>КНУ.131.25.1-05.B</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.м.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>ВИСНОВОК</i>		
<i>Розроб.</i>		<i>Камінський</i>					
<i>Перевір.</i>		<i>Рязанцев</i>					
<i>Н. Контр.</i>		<i>Нечаєв</i>					
<i>Зав. каф.</i>		<i>Рязанцев</i>			<i>Каф. ТМ</i> <i>гр.ПМ-24м</i>		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки до виконання магістерської випускної роботи для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» Освітньо-професійної програми Технології машинобудування усіх форм навчання. Укладачі: Кіяновський М.В., Нечасв В.П., Цивінда Н.І., Рязанцев А.О., Бондар О.В., 2022.
2. Справочник технолога – машиностроения. В 2 томах/ Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., М., 1986г.
3. Атаманюк, В.В. Технологія конструкційних матеріалів: [Текст] Навчальний. посібник / В.В. Атаманюк. – К.: Кондор, 2006. – 528 с.
4. Біленький П.Є. Підвищення якості організації промислового виробництва / П.Є. Біленький. – Львів: Світ, 1990. – 168 с.
5. Боженко, Л.І. Технологія виробництва заготовок у машинобудуванні [Текст] / Л.І. Боженко. – К.: НМК ВО, 1990. – 264 с.
6. Захаркін, О.У. Технологічні основи машинобудування (основні способи обробки поверхонь та технологічні обробляючі системи для їх реалізації): [Текст]: Навчальний посібник / О.У. Захаркін. – Суми: Сумський державний університет, 2011. – 137 с.
7. Мельничук П.П., Боровик А.І., Лінчевський П.А., Петраков Ю.В. Технологія машинобудування [Текст] : Навчальний посібник / ЖДТУ, – Житомир: 2005. – 835 с.
8. Сучасні методи аналізу технологічних процесів у машинобудуванні: [Текст] : Навчальний посібник / В.В. Душинський. – К.: ІСДО, 1994. – 216 с.
9. Технологія конструкційних матеріалів [Текст]; за ред. М.А. Сологуба. – К.: Вища школа, 1983. – 286 с. 20.
10. Дикань С.А. Безпека людини [Текст]: підручник для студ.вищ.закл. / С. А. Дикань, І. О. Іваницька. – Полтава: ТОВ «АСМІ», 2019. – 279 с.
11. Технологія машинобудування. Проектування технологічного спорядження: Посібник / Боженко Л.І.-Львів. Світ, 2001.-296 с.
12. Технологічна оснастка механоскладального виробництва: Підручник / Боровик А.І.- К.: Кондор, 2008. 726 с.
13. Технологічні задачі механоскладального виробництва/ Бондаренко С.Г.- Ніжин.:Спект Поліграф, 2008.-220 с.
14. Технології механоскладального виробництва/ Бондаренко С.Г.- Ніжин.:Спект- Поліграф, 2008. 358 с.
15. Технологія машинобудування Горбатюк Е.О. Мазур М.П., Зенкін А.С., Каразей В.Д. Навчальний посібник. Львів., Новий світ-2008,-360 с.

					КНУ.131.25.1-05.СВД			
Змн.	Арк.	№ док.ім.	Підпис	Дата	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ			
Розроб.	Камінський							
Перевір.	Рязанцев							
Н. Конта.	Нечасев							
Зав. каф.	Рязанцев				Каф. ТМ гр.ПМ-24м			

16. ДСТУ 3.1001:2014 Єдина система технологічної документації. Загальні положення.

17. ДСТУ 2391-94 Система технологічної документації. Терміни та визначення

18. ДСТУ 3.1127:2014. Єдина система технологічної документації. Загальні правила виконання текстових технологічних документів.

19. ДСТУ 3.1128:2014. Єдина система технологічної документації. Загальні правила виконання графічних технологічних документів.

20. ДСТУ ISO 2768-1-2001. Основні допуски. Частина 1. Допуски на лінійні та кутові розміри без спеціального позначення допусків (ISO 2768-1:1989, IDT). [Чинний від 2003-01-01] – К. :Держстандарт України, 2002. – 10 с.

21. ДСТУ ISO 2768-2-2001. Основні допуски. Частина 2. Допуски геометричні для елементів без спеціального позначення допусків (ISO 2768-2:1989, IDT). [Чинний від 2003-01-01] – К. :Держстандарт України, 2001. – 15 с.

22. ДСТУ ISO 286-1-2002. Допуски і посадки за системою ISO. Частина 1. Основи допусків, відхилень та посадок (ISO 286-1:1988, IDT). [Чинний від 2003-10-01] – К. :Держспоживстандарт України, 2003. – 37 с.

23. ДСТУ 3321-96 Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять.

24. ДСТУ 2.604:2005 ЄСКД. Єдина система конструкторської документації. Кресленики ремонтні. Загальні вимоги.

25. Дусанюк Ж. П. Проектування та виробництво заготовок деталей машин. Литі заготовки : навч. посібник / Ж. П. Дусанюк, О. П. Шиліна, С. В. Репінський, С. В. Дусанюк. – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 199 с.

26. Свяцький В. В., Скрипник О. В. Підвищення продуктивності процесу глибокого свердління. Херсон : ХНТУ, 2017.

27. Пестунов В. М., Свяцький В. В., Свяцька Л. П. Обробка глибоких отворів комбінованим інструментом із самоподачею. Софія : „Бял ГРАД – БГ” ООД, 2008.

28. Свяцький В. В., Скрипник О. В., Сіса О. Ф., Конончук С. В. Комбіновані методи обробки глибоких отворів. Кропивницький : ЦНТУ, 2019.

					КНУ.131.25.1-05.СВД	Адк.
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					КНУ.131.25.1-05.Д			
Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата	ДОДАТКИ			
Розроб.	Камінський							
Перевір.	Рязанцев							
Н. Контр.	Нечасєв							
Зав. каф.	Рязанцев				Каф. ТМ гр.ПМ-24м			

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

**АЛЬБОМ КРЕСЛЕНЬ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-
ЗАСВІДЧУЮЧИХ АРКУШІВ**

до кваліфікаційної магістерської роботи

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

на тему: Розробка інноваційних процесів конструкторсько-технологічної підготовки виготовлення деталі «Кришка» редуктору бурового верстата НКР-100М з використанням САПР технологій

Виконав магістрант гр. ПМ-24м

(підпис)

Камінський Д.С.

Керівник КМР

(підпис)

Рязанцев А.О.

Нормоконтроль

(підпис)

Нечаєв В.П.

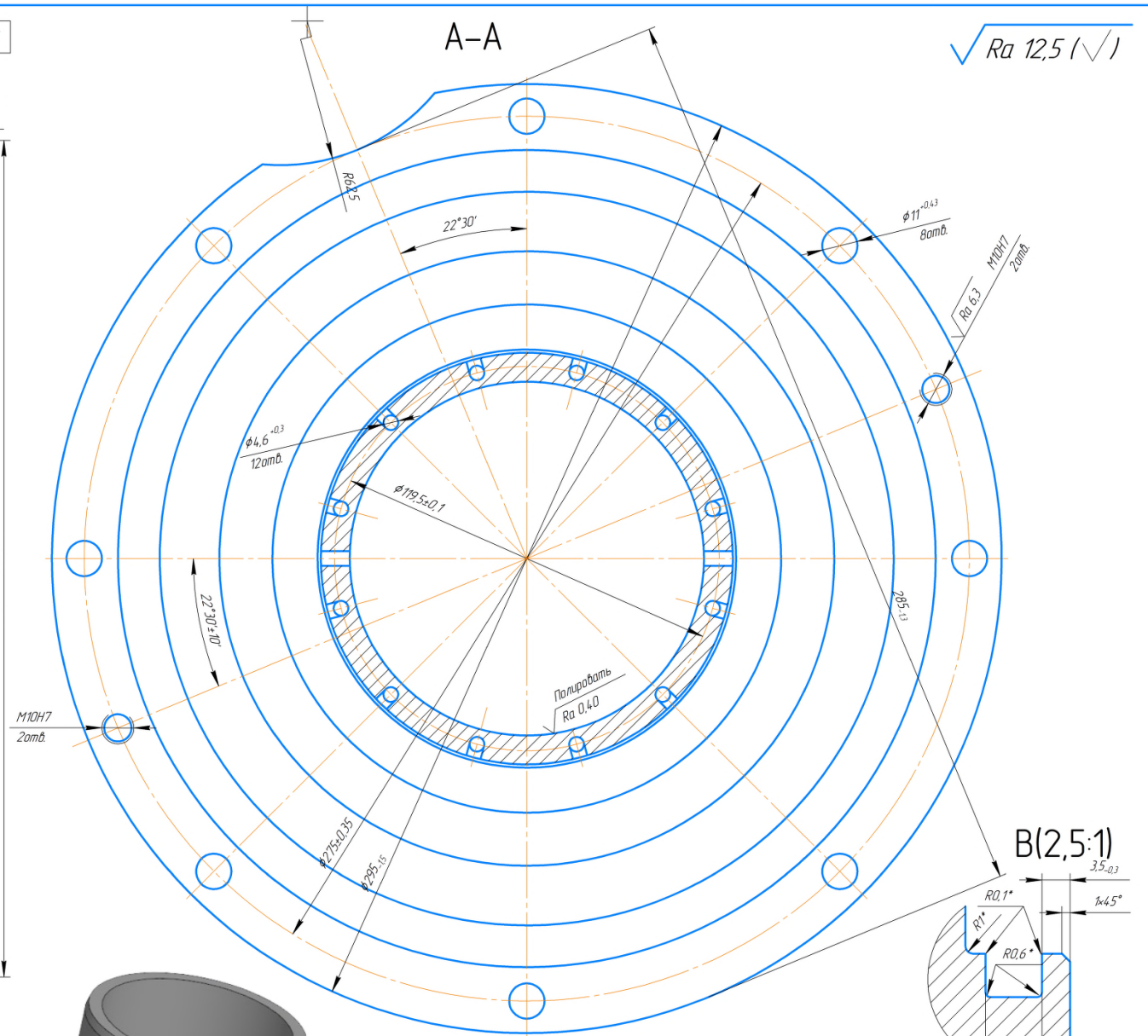
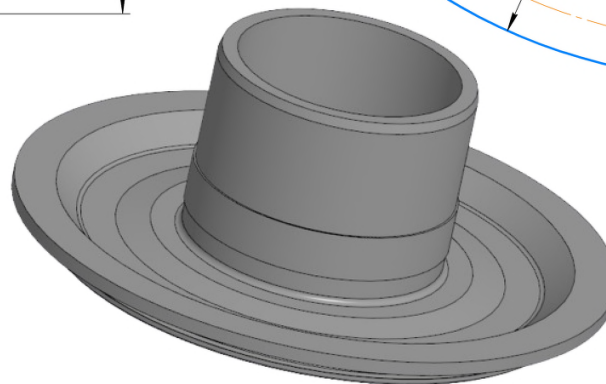
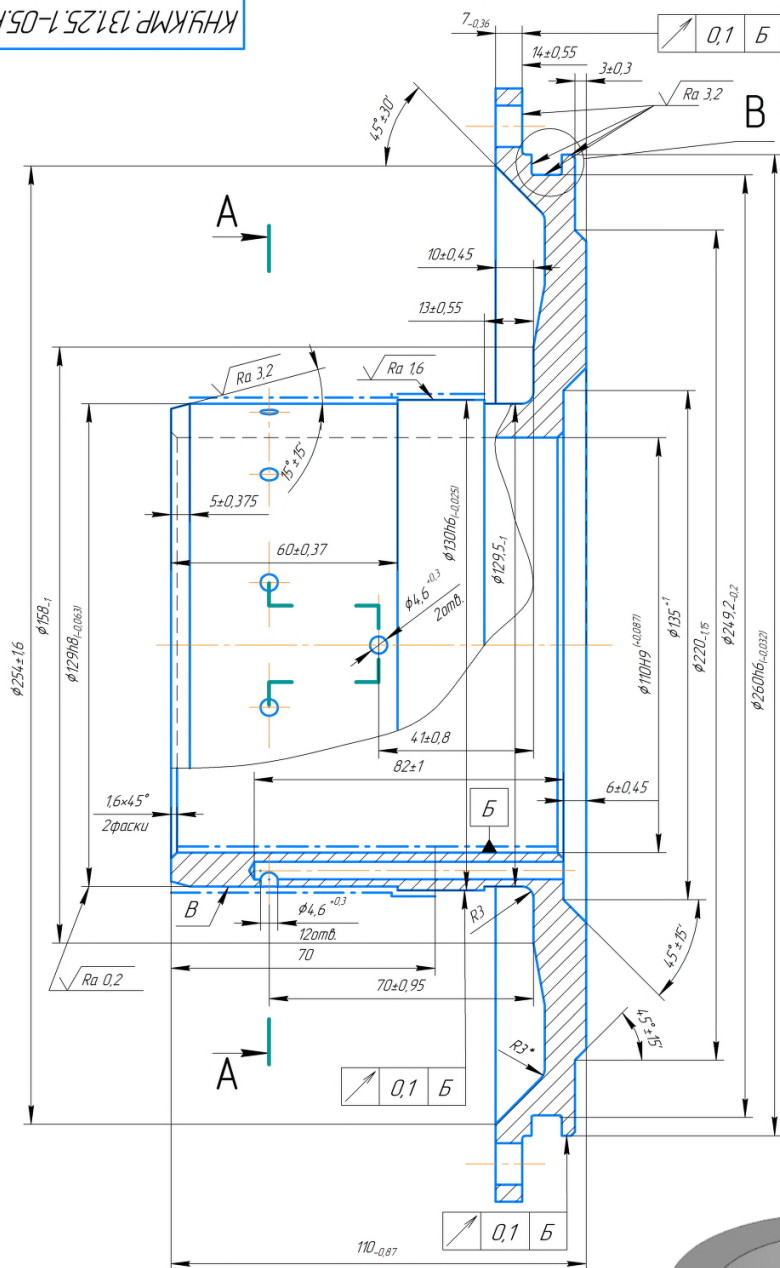
Завідувач кафедри

(підпис)

Рязанцев А.О.

Кривий Ріг
2025 р.

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №					Креслення		
	A2		1	КНУ.РК.131.25.1-05.К	Кришка	1	
	A3		2	КНУ.КМР.131.25.1-05.СК	Складальне креслення	1	
	A1		3	КНУ.КМР.131.25.1-05.ЕОВДК	Ескізи операцій виготовлення деталі "Кришка"	1	
	A1		4	КНУ.КМР.131.25.1-05.ВІН	Верстатно-інструментальне налагодження	1	
	A1		5	КНУ.КМР.131.25.1-05.ПФП	Пристосування фрезерне пневматичне	1	
	A1		6	КНУ.КМР.131.25.1-05.КП	Контрольне пристосування	1	
	A1		7	КНУ.КМР.131.25.1-05.ПМЦ	План механічного цеху	1	
	A2		8	КНУ.КМР.131.25.1-05.НДЧ	Науково-дослідницька частина	1	
Подп. и дата							
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	КНУ.КМР.131.25.1-05.ВЕД	
	Разраб.	Камінський				Відомість електроних документів КМР	
	Пров.	Рязанцев					
	Н.контр.	Нечаєв					
	Утв.	Рязанцев					
Лит.		Лист	Листов				
Н			1				
Кафедра ТМ							
гр. ПМ-24м							
Формат А4							



1. HRC₃ 46,5...53,5
2. *Розміри забезпечені інструментом.
3. Покриття поверхні В – Х 100.
4. Невказані граничні відхилення: Н14; h14, IT14/2

						КНУ.КМР.13125.1-05К					
						Кришка			Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Н				6,96	1:1	
Разраб.		Каминский			Лист				Листов	1	
Проб.		Рязанцев									
Т.контр.											
Н.контр.		Нечесов	Сталь 40Х ДСТУ 7806:2015			Каф.ТМ					
Утв.		Рязанцев				гр. ПМ-24м					
					Корпусов		Формат А2				

Перв. примен.

Спроб. №

Подп. и дата

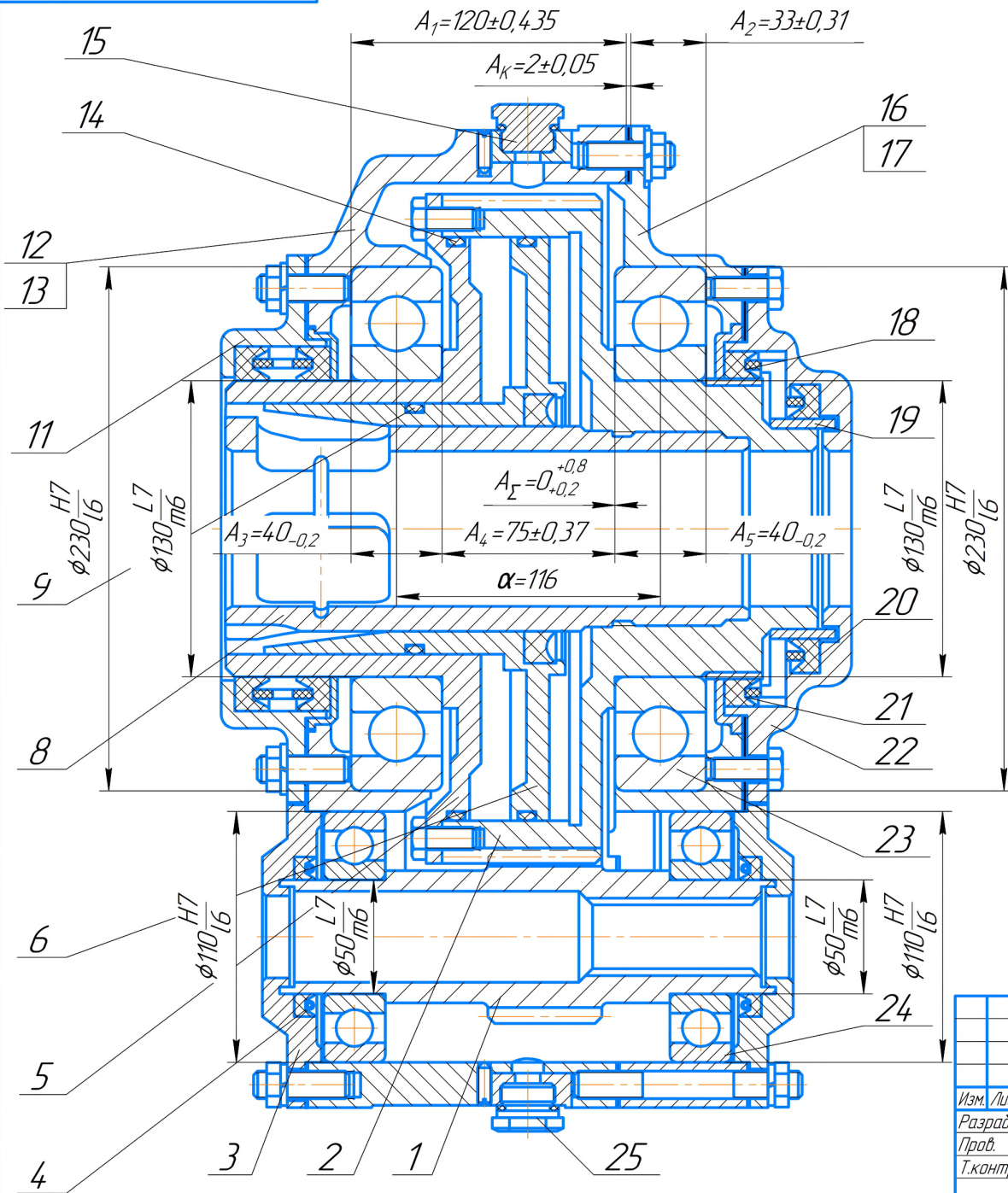
Инд. № дудл.

Взам. инд. №

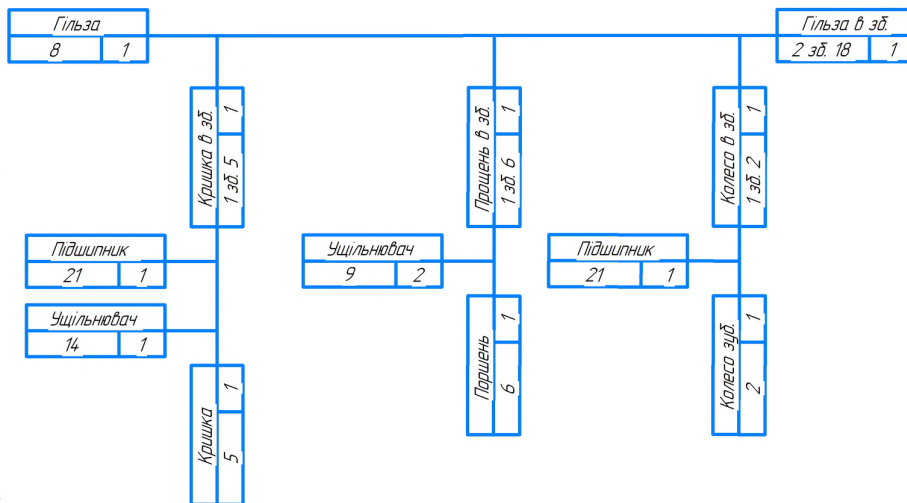
Подп. и дата

Инд. № подл.

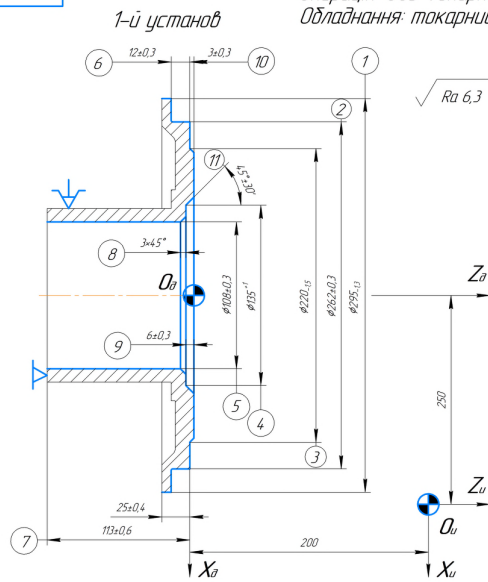
КНУ.КМР.131.25.1-05.СК



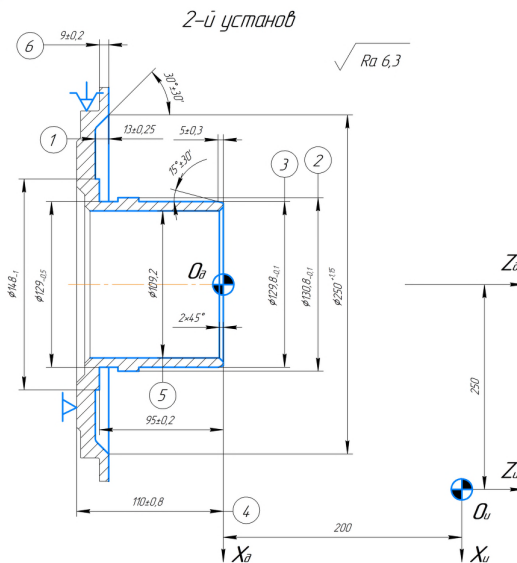
Последовательность складання



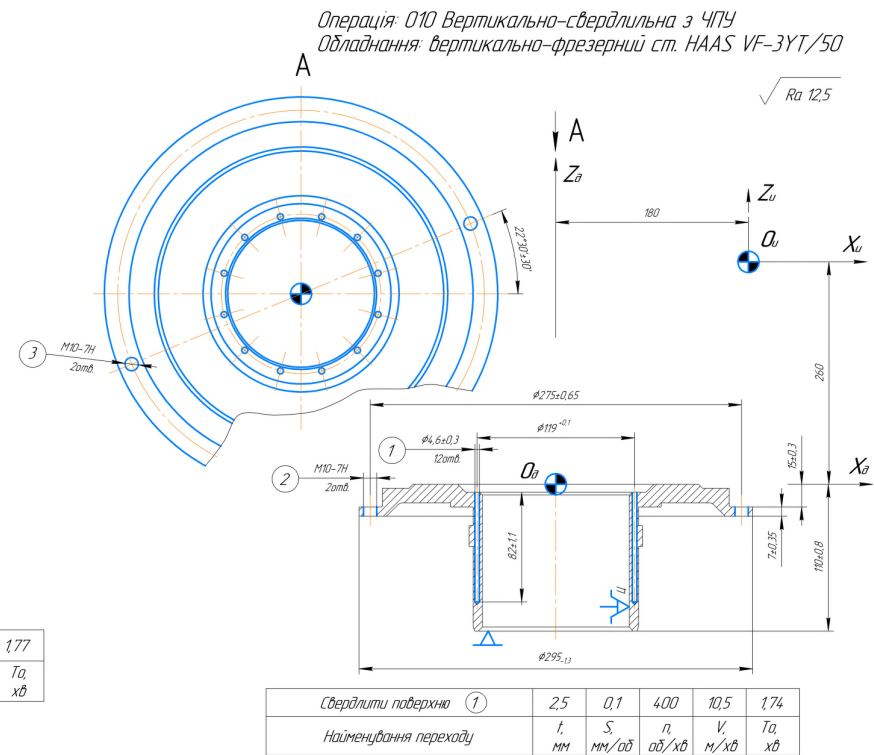
КНУ.КМР.131.25.1-05.СК				Складальне креслення		
Изм. / Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Камінський			Н		1:1
Пров.	Рязанцев					
Т.контр.				Лист	Листов	1
Н.контр.	Нечасов			Каф.ТМ		
Утв.	Рязанцев			гр. ПМ-24м		
Копировал				Формат А3		



Точити поверхню (1)	3	0,85	122	113	0,09
Найменування переходу	t, мм	S, мм/об	n об/хв	V, м/хв	Ta хв

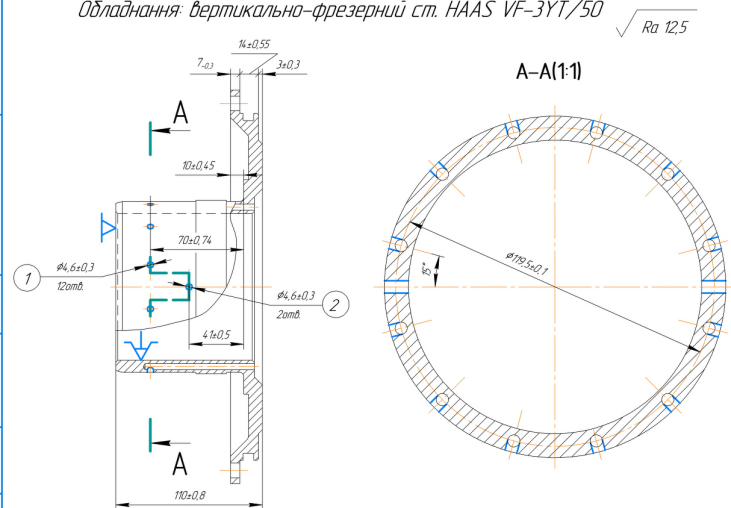


Точиту поверхню ①	15	0,7	71	513	177
Найменування переходу	t , мм	S , мм/об	n , об/хв	V , м/хв	T_a , хв



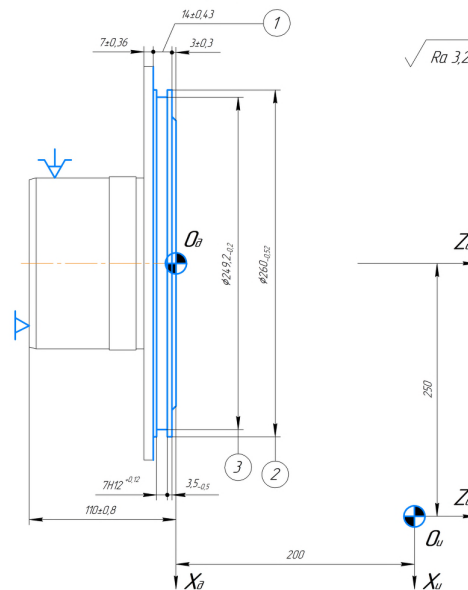
Сверлится поверхность (1)	2,5	0,1	400	10,5	1,74
Наименования переходу	t , мм	S , мм/об	n , об/хв	V , м/хв	T_a , хв

Операція: 020 Вертикально-свердлильна
Обладнання: вертикально-фрезерний ст. HAAS VF-3YT/50



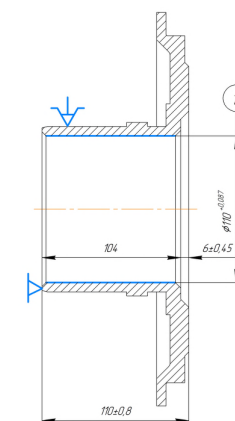
Сверлити поверхню ②	2,3	0,1	400	10,5	15,01
Сверлити поверхню ①	2,3	0,1	400	10,5	314,9
Найменування переходу	t мм	S мм/об	n об/хв	V м/хв	T_0 хв

Операція: 040 Токарна з ЧПУ
Обладнання: токарний ст. HAAS ST-10Y



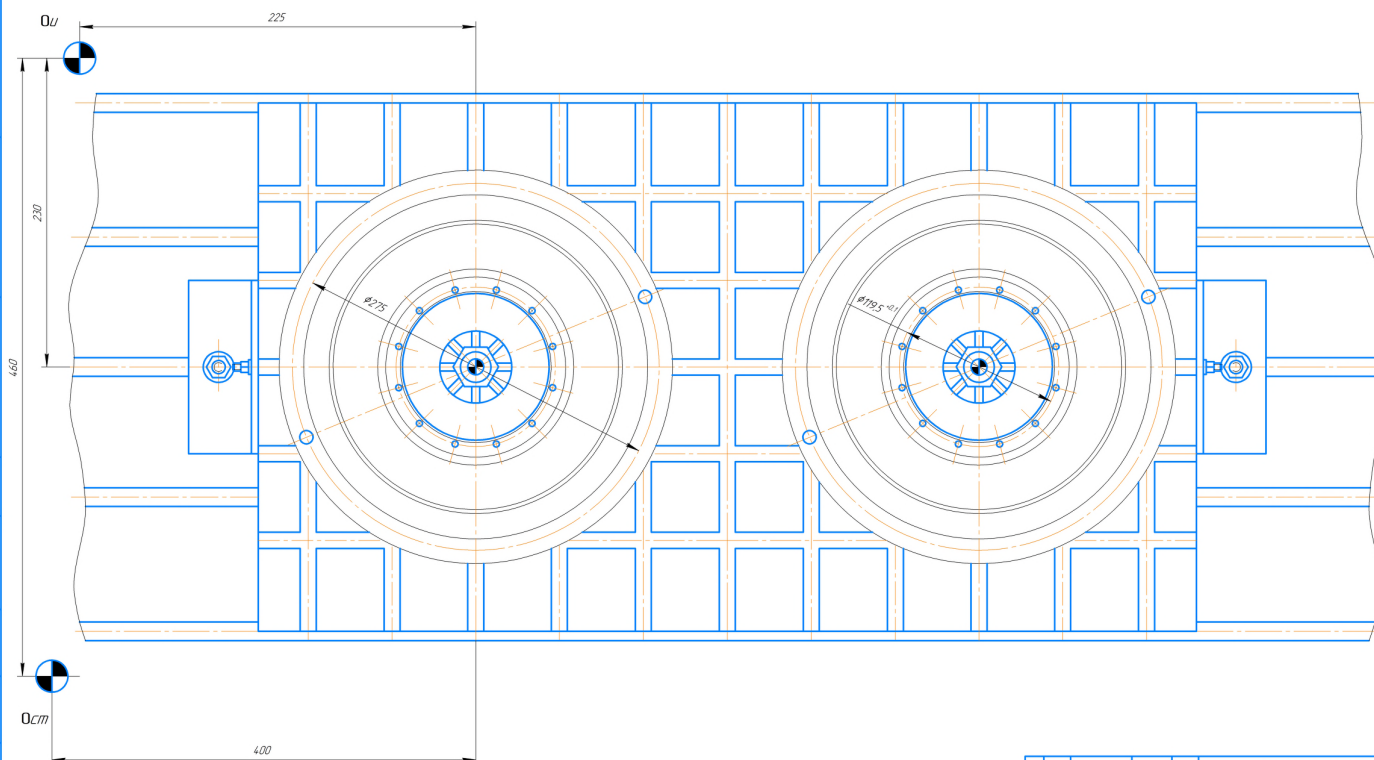
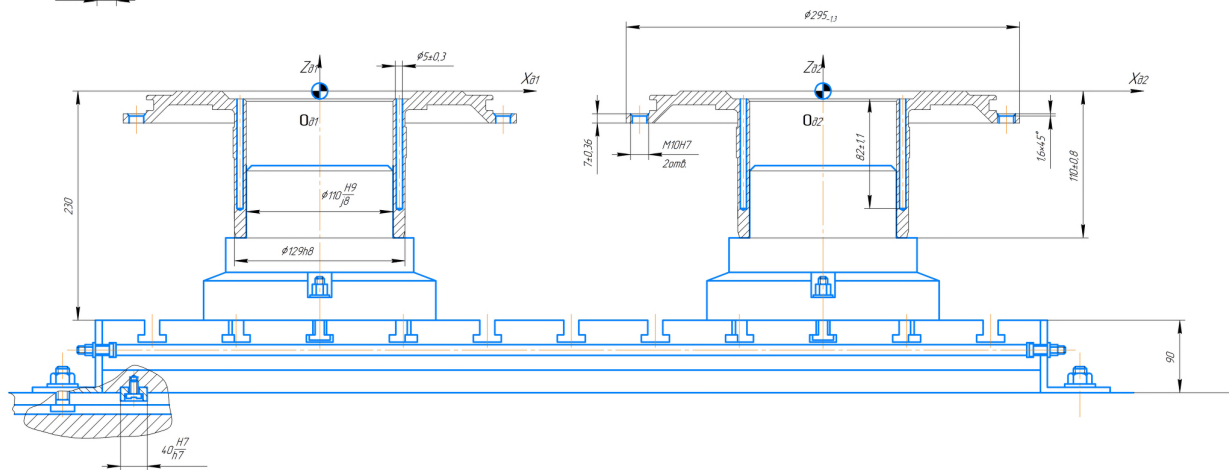
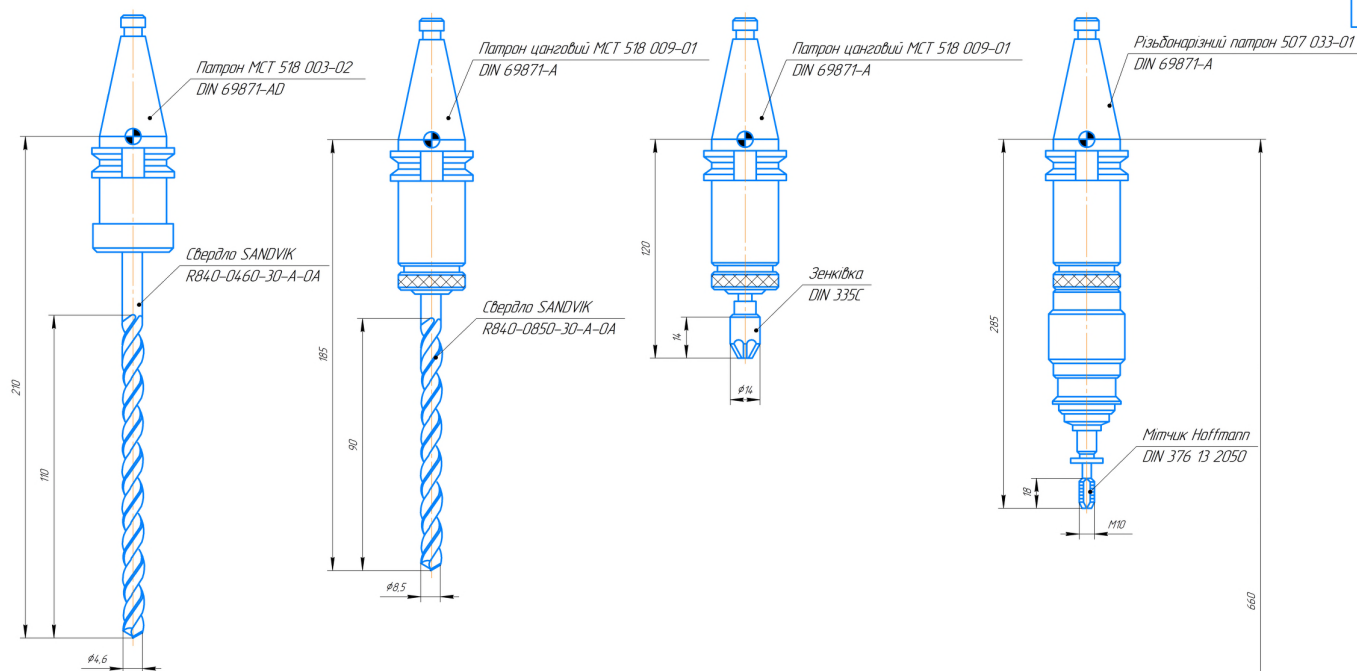
Точити поверхню ①	15	0,1	90	57,1	0,8
Найменування переходу	<i>t</i> , мм	<i>S</i> , мм/об	<i>n</i> , об/хв	<i>V</i> , м/хв	<i>Ta</i> , хв

Операція: 070 Внутрішлифувальна
Обладнання: внутрішлифувальний ст. 3К227В

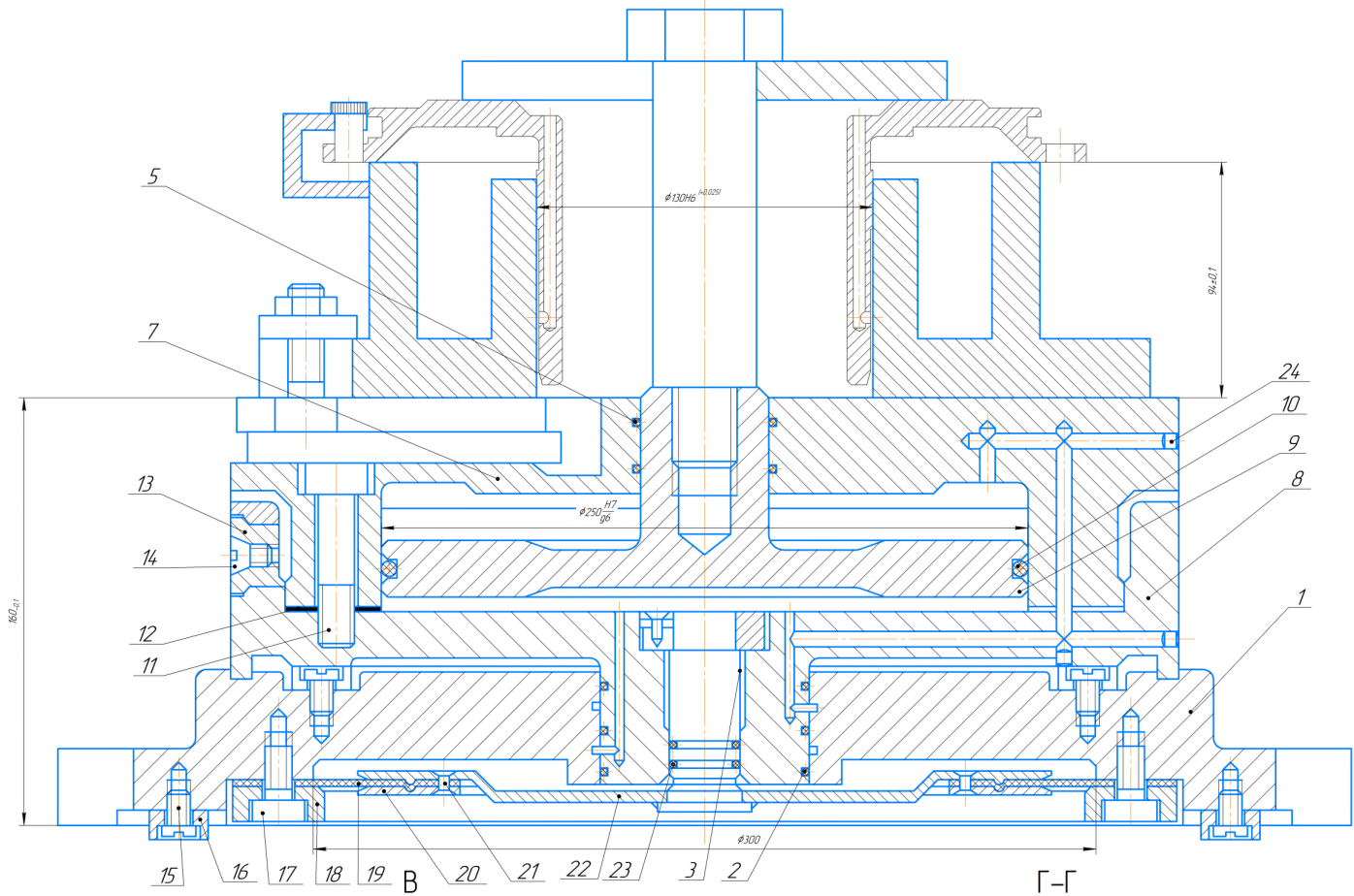


Шліфувати поверхню ①	0,7	10	10	62,8	4,76
Найменування переходу	t мм	S мм/об	n об/хв	V м/хв	Ta хв

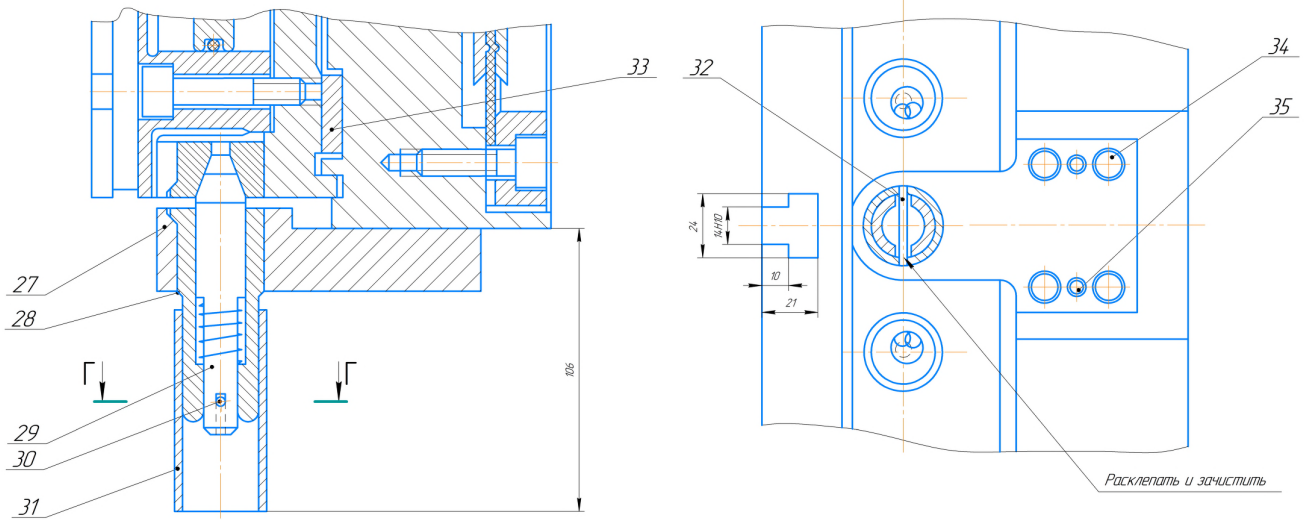
Операція 035 – Свердлильна
Вертикально-фрезерний верстат з ЧПК HAAS VF-3YT/50

[illegible]

Б-Б

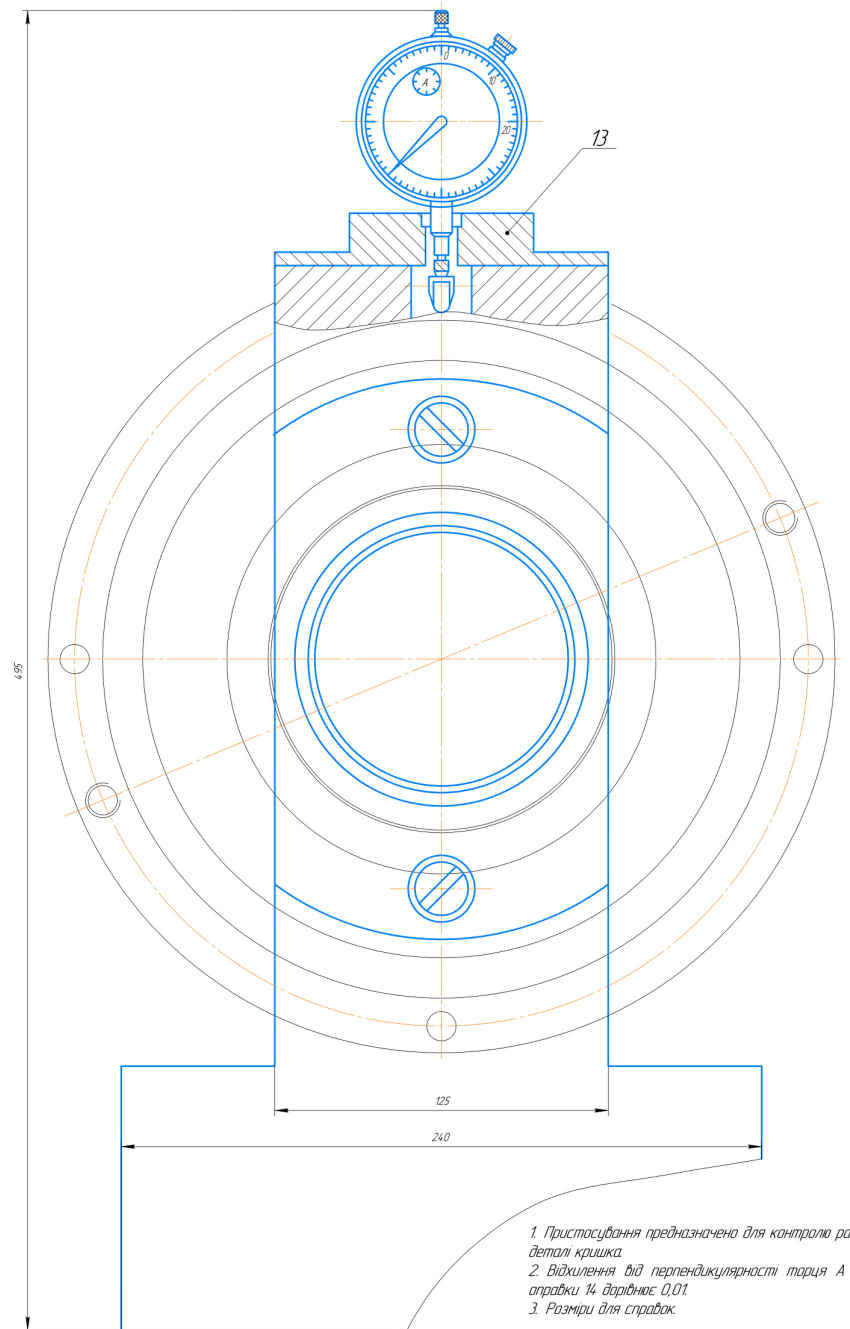
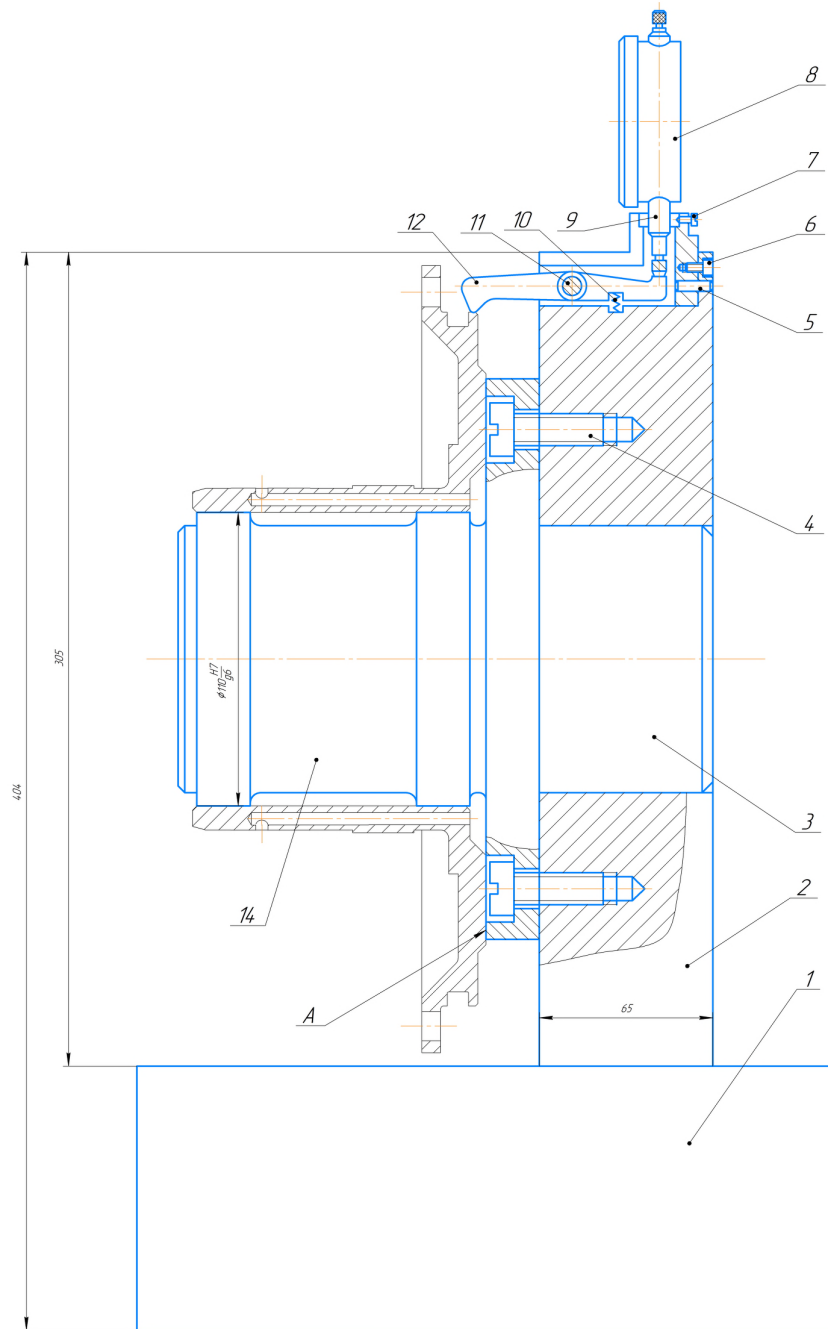


Г-Г



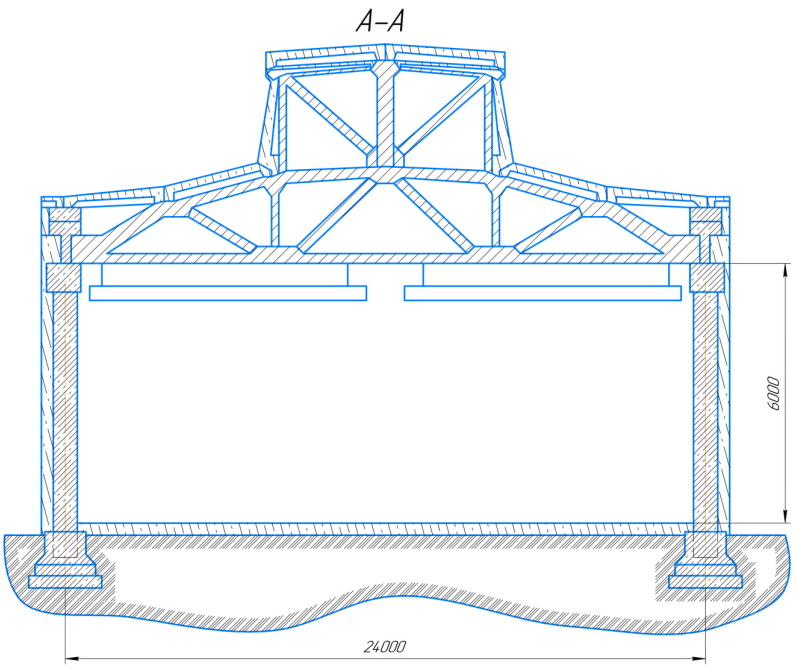
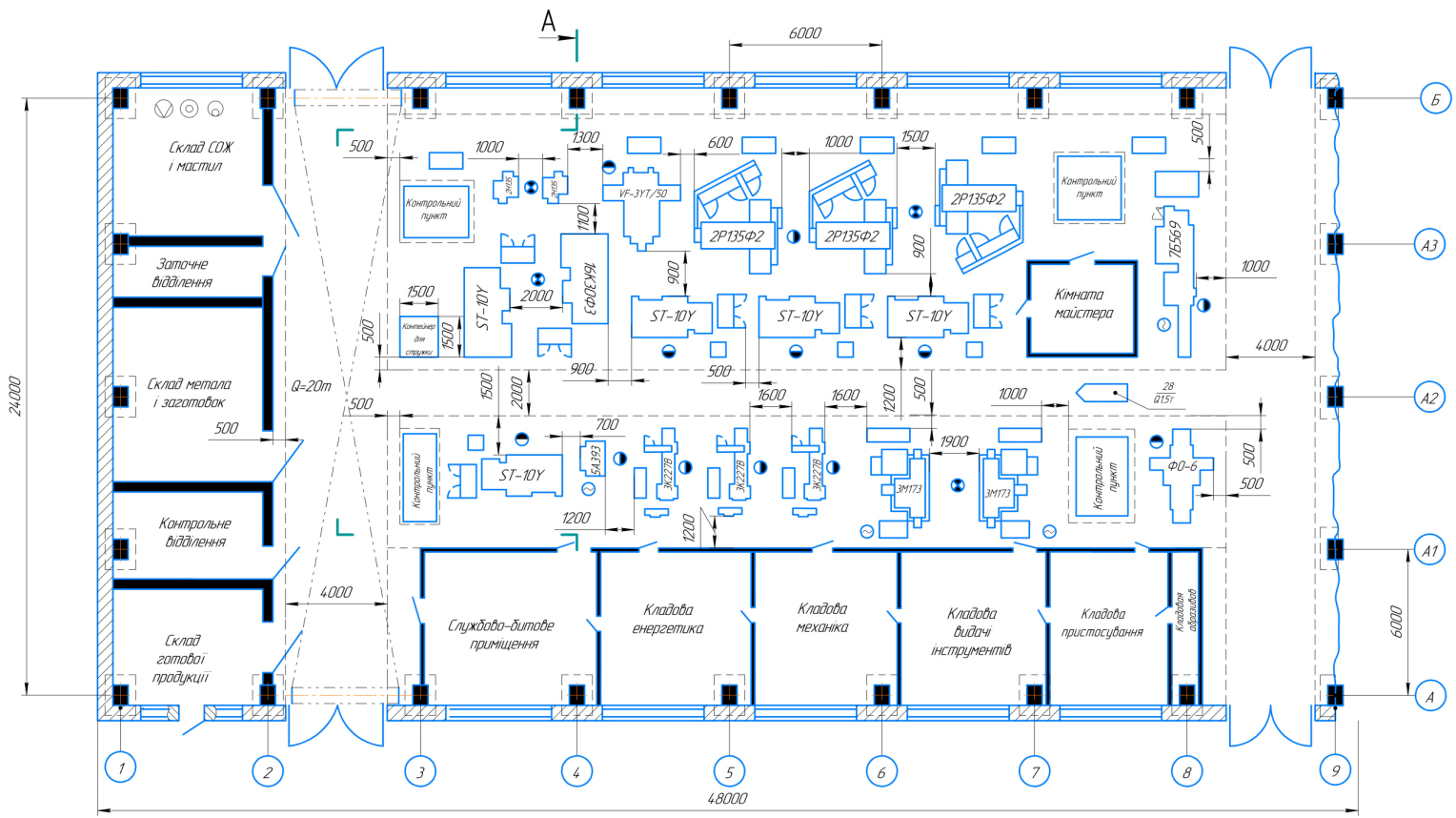
- Зусилля зажиму деталі під тиском в мережі 4кг/см – 1900кг.
- Зусилля гальмування від повороту – 2800кг.
- Размери для довідок.

				КНУ.КМР.131.25.1-05.ПФП			
				Пристосування фрезерне пневматичне			
Лист	№ докум.	Годн.	Вит.	Лит.	Масса	Масштаб	
Разраб	Котинський			Н	-	1:1	
Проб	Резанкев			Лист	Листов	1	
Техн.пр.				Каф.ТМ гр.ПМ-24ч			
Начальн.	Начальн.			Формат А1			
Умб.	Резанкев			Копировал			

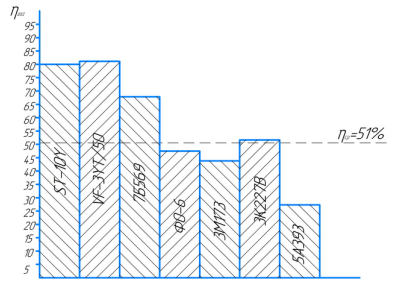


1. Пристосування призначено для контролю радіального диття в деталі кришки.
2. Відхилення від перпендикулярності торця А відносно поверхні опрацювання 14 допуск 0,01.
3. Розміри для справки.

КНУКМР.131.25.1-05.КП						Контрольне пристосування			Лист	Маса	Масштаб
Мен.	Лист	№ докум.	Підп.	Дат.		Н	-	11	Лист	Листов	1
Розроб.	Котинський										
Проб.	Рязанцев										
Т.контр.											
Н.контр.	Нечасов										
Утв.	Рязанцев										
Копіювати						Формат А1					

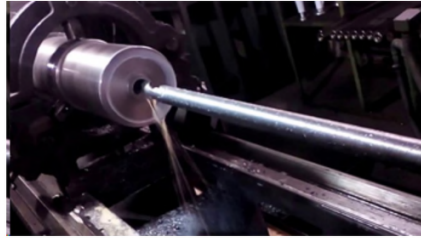


Графік завантаження основного технологічного обладнання

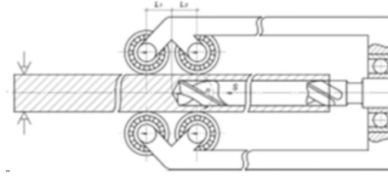


					КНУ.КМР.13.125.1-05.ПМЦ			
					План механічного цеху			
Лист		№ докум.		Поди	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Листов		Контингент		Резанцев		1	-	1:100
Лист		Резанцев				Лист	Листов	1
Лист		Резанцев				Каф. ПМ гр. ПМ-24м		

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ГЛИБОКИХ ОТВОРІВ, ОГЛЯД МОЖЛИВИХ СХЕМ ОБРОБКИ І КОНТРОЛЮ



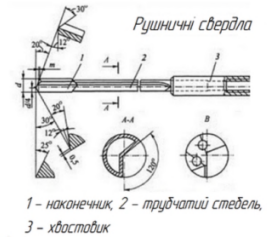
Типова схема глибокого свердління



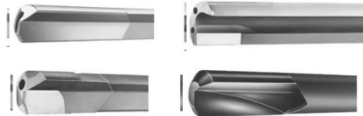
Глибоке свердління з використанням підтримувачів пристосувань



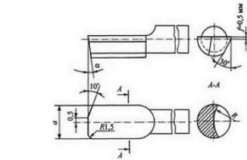
Циліндричні свердла для глибокого свердління



Рушничне свердло



- 1 – Свердло із твердосплайною головкою для одноічного різання
- 2 – Одноічне свердло з напрямними пластинами
- 3 – Свердло для кільцевого свердління
- 4 – Свердло для розсвердлювання отворів



Конструкція гарматного свердла

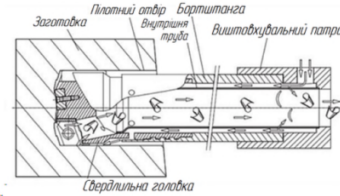
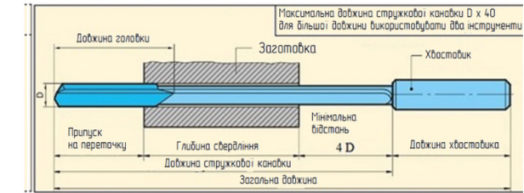


Схема роботи ежекторного свердла



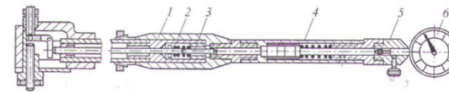
Співвідношення розмірів різних ділянок на загальній довжині свердла



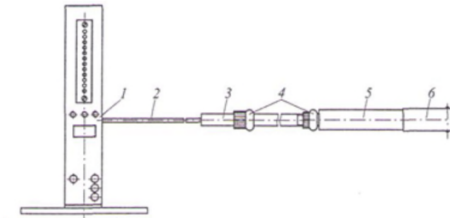
Рушничне свердло з одним лезом



Рушничне свердло із двома лезами



Індикаторний нутрометр для виміру діаметрів глибоких отворів



Прилад для виміру діаметрів глибоких отворів

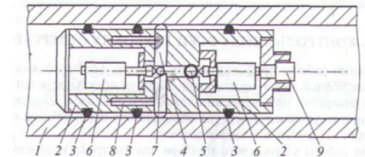
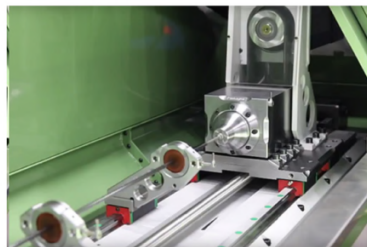
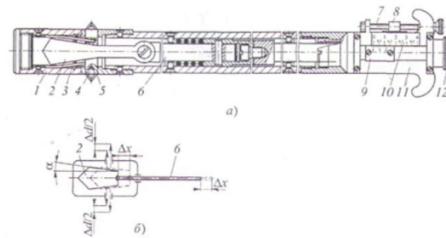


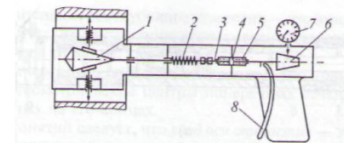
Схема виміральної головки ПКВД із чотирма колками



Добування свердла через кондукторні пристосування



Механічна звезда з ноніусної шкалою



Механічна звезда з індикатором і постійним вимірвальним тиском

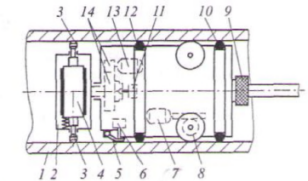


Схема виміральної головки ПКВД із двома колками



Подача охолоджувальної рідини в робочу зону

КНУ.131.25.1-05.07.НДЧ				Лист	Маса	Масштаб
Изм./Лист	№ док.м.	Подп.	Дата	Н		
Разраб.	Каминський			Науково-дослідницька частина		
Проб.	Рязанцев			Лист	Листов	1
Т.контр.				Каф.ТМ		
Н.контр.	Рязанцев			гр. ПМ-24м		
Утв.	Нечасов			Формат А2		