

Кафедра Механіко-машинобудівний факультет
Технологій машинобудування та матеріалознавства
(повна назва)

ВІСЬОСНОВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра

студента Трегубенко Сергія Олександровича
(ПІБ)

академічної групи 131-163-1
(шифр)

спеціальності 131 Прикладна механіка
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою Комп'ютерні технології машинобудівного виробництва
(офіційна назва)

на тему Проект технологічного процесу виготовлення деталі «Вал вторинний»
в умовах серійного виробництва

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Піньковський С.Г.	92	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
розділів				
Аналітичний	Піньковський С.Г.	90	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
Технологічний	Піньковський С.Г.	95	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
Спеціальний	Піньковський С.Г.	90	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>

Рецензент	<i>[Signature]</i>			<i>[Signature]</i>
Нормоконтроль	<i>[Signature]</i>	90		<i>[Signature]</i>

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

Технологій машинобудування та матеріалознавства
(повна назва)


(підпис)

В.В. Проців

(прізвище, ініціали)

« 4 »

05

2020 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеню бакалавр
(бакалавр, спеціаліст, магістр)

студенту

Трегубенку С.А.
(прізвище та ініціали)

академічної групи

131-163-1
(шифр)

спеціальності

131 Прикладна механіка

за освітньо-професійною програмою

Комп'ютерні технології машинобудівного виробництва
(офіційна назва)

на тему

Проект технологічного процесу виготовлення деталі «Вал вторинний»
в умовах серійного виробництва

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від

07.05.20

№257-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Аналітичний	Характеристика об'єкта виробництва; Виконання робочого кресленника заданої деталі, аналіз технологічності її конструкції	9.05.2020
Технологічний	Призначення способу отримання заготовки, проектування робочого кресленника	15.05.2020
	Обґрунтування технологічного маршруту виготовлення деталі і виконання маршрутної карти	20.05.2020
	Розрахунок міжопераційних розмірів механічної обробки	24.05.2020
	Детальна розробка операцій механічної обробки з розрахунком технічної норми часу, оформлення комплексу технологічної документації і карт налагодження на характерні операції	2.06.2020
Спеціальний	Проектування верстатного пристрою з розробкою збирального кресленника Проектування контрольного пристрою	12.06.2020

Завдання видано


(підпис керівника)

Пінчовський С.Г.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі

04.05.2020

Дата подання до екзаменаційної комісії

15.06.2020

Прийнято до виконання


(підпис студента)

Трегубенко С.А.

(прізвище, ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

«Затверджую»

Завідувач кафедру технологій
та матеріалознавства



(підпис)
« » 20 р.

(повна назва)
В.В.Проців
(прізвище, ініціали)


ВАЛ ВТОРИННИЙ
Проект технологічного процесу виготовлення

ТММ.ОППБ.20.02.01

Керівник роботи
Ст. викладач кафедри ТММ

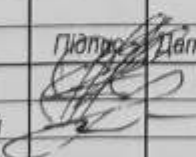
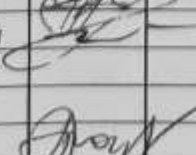
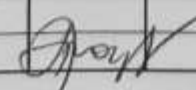

С.Г. Пінковський
« 2 » 20 20 р.

Студент
групи 131-163-1 ММФ


С.А. Трегубенко
« 2 » червня 20 20 р.

Зміст

1 Аналітичний розділ		4
1.1 Введення		4
1.2 Характеристика об'єкта виробництва		5
1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі		7
2 Технологічний розділ		
2.1 Призначення річної виробничої програми випуску деталі		11
2.2 Вибір та економічне обґрунтування способу отримання заготовки		12
2.3 Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі		15
2.4 Розрахунок припусків та міжопераційних розмірів механічної обробки		18
2.5 Детальна розробка операцій технологічного процесу виготовлення деталі ...		22
3 Спеціальний розділ		34
3.1 Проектування верстатного пристрою		34
3.2 Проектування контрольного пристрою		39
Висновки		40
Список посилань		41
Додаток А Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи		42
Додаток Б Відгук керівника кваліфікаційної роботи		43

ТММ.ОПБ.20.02.00 ПЗ					
Зм	Арх.	№ Докум.	Підпис	Дата	
Розроб.		Трегубенко			Проект технологічного процесу виготовлення деталі «Вал вторинний» в умовах серійного виробництва
Перев.		Піньковський			
Н.контр.					НТУ «ДП»
Замв.		Проців			
					Літ
					Аркуш
					Аркушів
					5

Додаток А

	Позначення	Найменування	Кіл. аркуш	Примітки
1				
2		<u>Документація</u>		
3				
4	A4 TMM.ОППБ.20.02.00 ПЗ	Пояснювальна записка	45	
5	A4 02070743.01140.00709	Комплект техдокументації	31	
6		Презентаційні матеріали		Е-файл
7				
8		<u>Графічні матеріали</u>		
9				
10	A1 TMM.ОППБ.20.02.01	Вал вторинний	1	РК
11	A2 TMM.ОППБ.20.02.02	Вал вторинний (заготівка)	1	РК
12	*) TMM.ОППБ.20.02.03	Налагодження технологічне оп.05	2	*) A2, A1
13	A2 TMM.ОППБ.20.02.04	Налагодження техн. оп.25, 65	1	
14	A2 TMM.ОППБ.20.02.05	Налагодження технологічне оп.45	1	
15	A1 TMM.ОППБ.20.02.06 СК	Пристрій спеціальний	1	СК
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				

TMM.ОППБ.20.02.00

Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Трегубенко		
Керівник		Піньковський		
Н.контр.				
Затв.		Проців		

Відомість матеріалів
кваліфікаційної роботи

Літ	Аркуш	Аркуше
		1

НТУ «ДП»

Відгук керівника кваліфікаційної роботи

Бирчубенко Сергій Дмитрович ТММ
визнав кваліфікаційну роботу прийнятною
з врахуванням її в повному обсязі.
Всі роботи продемонстрував
добру розуміння технічних та спеціальних
робот. Прояв себе як бачив
її і відповідальний виконавець

Всі технічні роботи виконав з
дотриманням умов ЄСРД і ЄСРД
проблем і ризиків.

Сергій Бирчубенко виконав ретельно
методом розрахунків верстатного
приміру. Та економію техніко-
логічної документації:

Загалом робота демонструє високий
рівень, а її виконавець приготував
кваліфікації «технік-технолог»
(механік)

Керівник роботи
ст. викладач каф ТММ

Зміст

1 Аналітичний розділ	4
1.1 Введення	4
1.2 Характеристика об'єкта виробництва	5
1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі	7
2 Технологічний розділ	11
2.1 Призначення річної виробничої програми випуску деталі	11
2.2 Вибір та економічне обґрунтування способу отримання заготовки	12
2.3 Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі	15
2.4 Розрахунок припусків та міжопераційних розмірів механічної обробки	18
2.5 Детальна розробка операцій технологічного процесу виготовлення деталі ...	22
3 Спеціальний розділ	34
3.1 Проектування верстатного пристрою	34
3.2 Проектування контрольного пристрою	39
Висновки	42
Список посилань	43
Додаток А Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи	44
Додаток Б Відгук керівника кваліфікаційної роботи.....	45

1 Аналітичний розділ

1.1 Введення

При проектуванні технологічних процесів механічної обробки в сучасних умовах на перше місце виступають питання оптимізації багато, часто суперечливих чинників. Об'єм виробництва виробів повинен відповідати потребам ринку. Робота «на склад» руйнівна, тому структура технологічного процесу в цілому і кожній операції окремо, а також організація виробництва, повинні забезпечувати оптимальну продуктивність і високу гнучкість виробництва.

Виходячи з цього, при проектуванні нових цехів необхідно забезпечити оптимальне співвідношення наявних універсальних верстатів напівавтоматів і верстатів ЧПУ, оснащуваних переналагоджуваним оснащенням. Економічно обгрунтоване завантаження устаткування повинне забезпечуватися відповідною організацією виробничого процесу в цеху, заснованою на прогнозуванні і оперативному управлінні з використанням обчислювальної техніки, що дозволяє скоротити час на технологічну підготовку і простої верстатів в наладці.

Натепер зберігається тенденція, коли в ціні виробу значну частину складає вартість матеріалу і енергії. Проте, зниження частки механічної обробки, дозволяє відчутно понизити технологічну собівартість виробів, якщо використовувати заготовки з високим ступенем готовності і устаткування з широкими технологічними можливостями.

Значний ефект можливий від використання сучасного універсального інструменту і інструментальних матеріалів, що забезпечують високу швидкість різання і стійкість, що скорочує машинний час на обробку і час простою верстата в налагодженні.

У сучасному машинобудуванні обробка різанням є головним технологічним методом, що забезпечує високу якість і точність оброблюваних поверхонь деталей. Тому розроблювальний технологічний процес повинен бути прогресивним, забезпечувати підвищення продуктивності праці і якості деталей, скорочення трудових і матеріальних витрат на його реалізацію, зменшення шкідливих впливів на навколишнє середовище. Базовою вихідною інформацією для проектування технологічних процесів слугує: робочий кресленник деталі, технічні вимоги, які регламентують точність, параметр шорсткості поверхні й інших вимог якості; обсяг річного випуску виробів, і розмір партії.

У даній кваліфікаційній роботі розроблений проект технологічного процесу механічної обробки деталі «Вал вторинний» в умовах серійного виробництва. Використано переважно універсальні та спеціалізовані і металорізальні верстати.

При виконанні проектних процедур використані сучасні методики розрахунків режимів різання для прогресивного різального інструменту, які перевірені у виробничих умовах й відповідають стандартам системи ЄСКД і ЄСТД.

1.2 Характеристика об'єкта виробництва

Для розробки оптимального технологічного процесу виготовлення деталі, забезпечення раціональної концентрації технологічних операцій із застосуванням економічно обгрунтованих і технологічно необхідних методів обробки, необхідно проаналізувати призначення робочих поверхонь деталі, використовувані матеріали і технічні вимоги до них з погляду умов збирання і експлуатації.

Дана деталь є конструктивним елементом - механічної, п'яти ступіневої, прямої передачі, з трьома пересувними каретками і знижуючим редуктором, який подвоює число передач в тракторі ЮМЗ-6КЛ.

Коробка передач призначена для зміни передавальних чисел трансмісії - здобуття різних швидкостей, а також зміни безпосередньо руху трактора. Крім того, коробка передач забезпечує можливість роботи дизеля при нерухомому тракторі і включеній муфті зчеплення.

У передньому відсіку корпусу коробки передач і заднього моста встановлені первинний, вторинний і проміжний вали, а також вал редуктора.

Головна передача призначена для перетворення обертального моменту, і зміни безпосередньо обертання. Вона є парою конічних шестерень з круговими зубами. Провідна шестерня виконана як одне ціле з вторинним валом коробки передач. Деталь працює при ударних навантаженнях, тому необхідна висока поверхнева твердість. Головна передача встановлена в передній частині заднього відсіку корпусу коробки передач і заднього моста. Під час руху трактора, обертання провідної шестерні вторинного валу коробки передач передається відомій шестерні.

На вторинному валу на його шлицях встановлено три пересувні каретки - шестерні, за допомогою яких включається та або інша передача. Для забезпечення зносостійкості та плавності перемикання бічні поверхні шлиців повинні мати шорсткість не гірше сьомого класу чистоти і значну твердість. А оскільки умови роботи механізму характеризуються значними навантаженнями в зубчатому зачепленні при великому діапазоні зміни швидкостей обертання, і частим реверсуванням, сердцевина шлиців і сомого валу повинна бути не дуже твердою, щоб забезпечити необхідну витривалу міцність деталі.

Такі властивості матеріалу забезпечує сталь, яка підлягає цементуванню, а саме 30ХГТ ГОСТ 4543-71, як це і передбачене основним конструкторським документом.

Хімічний склад даного матеріалу наведений у таблиці 1.1, а механічні властивості в таблиці 1.2.

Таблиця 1.1

в процентах

C	Mn	Si	Cr	Ti	Cu	P	S	Ni
					не більше			
0,24-0,32	0,8-1,1	0,17-0,37	1,0-1,3	0,03-0,09	0,30	0,035	0,035	0,30

Таблиця 1.2

Стан поставки	σ_B , МПа	σ_U , МПа	δ , %	НВ (HRCэ), не більше
Прутки ГОСТ 4543-71 Нормалізація 880-950 °С, Загартування 850 °С +масло Відпуск 200 °С +вода або масло	1470	1270	9	-
Кування ГОСТ 8479-70 Загартування Відпуск	835	685	13	262-311
зразок перетином 100 мм Цементация 920-950 °С Загартування 840-860 °С +масло Відпуск 180-200 °С +повітря	880	730	12	серцевина 270 поверхня (57-63)

Технологічні властивості матеріала представлені в таблиці 1.3

Таблиця 1.3

Показник	Значення
Температура кування, °С	
	початок 1220
	кінець 800
Зварюваність	обмежена
Методи зварювання	РДС, КТС
Оброблюваність різанням після нормалізації при НВ 364	
	Kv тв.спл. 0,45
	Kv б.ст. 0,25
Флокеночутливість	не чутлива
Схильність до відпускної крихтості	схильна

Основними конструкторськими базами деталі є циліндричні поверхні діаметрами 60h6 мм 40k6 мм, а також правий торець шлицевої поверхні деталі. Вони визначають точність встановлення вала в механізмі й сполучених деталей, що відбито на робочому кресленні підвищеними вимогами до класу точності, а також співвісності й симетричності цих поверхонь щоб уникнути перекосу.

Найбільш відповідальними поверхням, крім основних конструкторських баз є шлицева поверхня з центруванням по бічних поверхнях і внутрішньому діаметру 42 e9 мм, а також конічна зубчаста поверхня з середнім модулем 6,5 мм і круговим зубом лівого спрямування.

1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі

Склад робіт із забезпечення технологічності конструкції виробів на всіх стадіях їхнього створення встановлюється Єдиною системою технологічної підготовки виробництва. Розрізняють виробничу, експлуатаційну й ремонтну технологічність. Єдиним критерієм технологічності конструкції виробу є її економічна доцільність при заданій якості й прийнятих умовах виробництва й експлуатації.

На етапі проектування технологічного процесу механічної обробки, коли конструкторські документи вже затверджені й не підлягають радикальним змінам, доцільно здійснювати якісний аналіз технологічності конструкції деталі з метою узагальнено, на підставі досвіду виконавця, встановити ступінь відповідності між показниками якості й прийнятих умов виробництва. Кількісну оцінку виконують за деякими показниками, щоб охарактеризувати ступінь задоволення вимог до технологічності конструкції.

Вал має ступінчасту форму, причому діаметри рівнів убувають до кінців валу. Конфігурація деталі забезпечує вільний доступ ріжучого і вимірювального інструментів. Конструкція володіє достатньою жорсткістю (l/d менше 12), що допускає вживання високих режимів різання. Як технологічні бази доцільно виконати і використовувати центрові отвори.

Деталь належить до класу валів, то ж є тілом обертання з довжиною більше двох діаметрів, і одночасно є елементом зубчастої передачі.

Основною характеристикою валів, що визначає технологічність конструкції, є жорсткість, яку оцінюють по величині відносини L/d_{np} , де L – довжина вала, мм; d_{np} – наведений діаметр вала, визначений по формулі:

$$d_{np} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i \cdot l_i}{L} = \frac{40 \cdot 30 + 54 \cdot 265 + 60 \cdot 49 + 70 \cdot 9 + 90 \cdot 35}{400} = 55,6(\text{мм}), \quad (1.3)$$

де d_i – діаметр i -того щабля вала, мм;

l_i – довжина i -того щабля вала, мм.

У цьому випадку відношення дорівнює 7,2, що свідчить про достатню жорсткість деталі. Отже, деталь можна ефективно обробляти в центрах. Основні конструкторські бази деталі - дві циліндричні поверхні (діаметром 40 та 60 мм із допуском шостого квалітету й граничних відхилень форми й розташування поверхонь по шостому ступені точності які відповідають службовому призначенню поверхонь. Вимоги до точності інших робочих поверхонь вала не є завищеними й не знижують технологічність конструкції деталі.

Конструкція вала дозволяє вести обробку в центрах, тобто забезпечити суміщення технологічних і вимірювальних баз, а також виконати вимоги сталості баз, що гарантує співвісне розташування робочих поверхонь вала.

Співвідношення квалітетів точності й параметрів шорсткості більшості, оброблюваних поверхонь є оптимальним. Двостороннє розташування уступів і співвідношення діаметрів щаблів, сприятливі для продуктивної токарної обробки й рівномірної концентрації операцій. Геометричні характеристики зубчастої поверхні дозволяють виконувати обробку «на прохід», що значно для чистової обробки з погляду на вимоги до якості поверхні. Таким чином, технологічність конструкції деталі «Вал-шестірня» після якісного аналізу можна оцінити як добру.

Кількісну оцінку технологічності конструкції деталі виконаємо по трьох з одинадцяти, передбачених ГОСТ 14.201-83 показникам.

1. Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів визначається по формулі:

$$K_{y.э} = \frac{Q_{y.э}}{Q_э}, \quad (1.1)$$

де $Q_{y.э}$ – число уніфікованих типорозмірів конструктивних елементів;

$Q_э$ – загальне число типорозмірів конструктивних елементів;

Прикладами конструктивних елементів виробу є різьблення, кріплення, жолобники, фаски, проточки, отвори й т.п. Ознаки по яких конструктивний елемент може вважатися уніфікованим встановлюється галузевою нормативно-технічною документацією. Дані для аналізу наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Вид конструктивного елемента	Кількість	
	загальна	уніфікованих
Лінійні розміри	31	18
Фаски	18	2
Радіуси	23	20
Кути	9	7
Шлиці	1	1
Різьблення	1	1
Канавки	18	18
Кругозмій зуб	13	13
Всього	114	80

Підставивши дані в формулу 1.1, отримуємо:

$$K_{y,\varepsilon} = \frac{80}{114} = 0,70$$

Оскільки коефіцієнт не менше 0,6, то за коефіцієнтом уніфікації деталей вважається технологічною

2. Коефіцієнт точності обробки визначається по формулі:

$$K_{mч} = 1 - \frac{1}{A_{cp}}, \quad (1.2)$$

де A_{cp} – середній квалітет розмірів виробу, що визначається за формулою:

$$A_{cp} = \frac{\sum A \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots + 12n_{12} + 13n_{13} + 14n_{14}}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_{12} + n_{13} + n_{14}} =$$

$$= \frac{6 \cdot 2 + 8 \cdot 1 + 9 \cdot 8 + 11 \cdot 3 + 14 \cdot 13 + 15 \cdot 12}{39} = 12,5 \quad (1.3)$$

де A – квалітет розміру;

n_i – кількість розмірів відповідного квалітету.

Підставивши отримане значення в формулу 1.2 одержимо результат:

$$K_{mч} = 1 - \frac{1}{12,5} = 0,92,$$

При такому значенні коефіцієнта точності обробки деталей вважається технологічною, оскільки $K_{mч}$ більше нормативного значення (0,8).

3. Коефіцієнт шорсткості поверхні визначається по формулі:

$$K_w = 1 - \frac{1}{B_{cp}}, \quad (1.4)$$

де B_{cp} – середнє значення параметра шорсткості, що визначене по формулі:

$$\begin{aligned} B_{cp} &= \frac{\sum B \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{50 \cdot n_1 + 25 \cdot n_2 + \dots + 0,8 \cdot n_7 + 0,4 \cdot n_8 + \dots + 0,0012 \cdot n_{14}}{n_1 + n_2 + \dots + n_7 + n_8 + \dots + n_{14}} = \\ &= \frac{12,5 \cdot 20 + 6,3 \cdot 1 + 3,2 \cdot 16 + 0,8 \cdot 19}{56} = 5,8 \text{ (мкм)} \end{aligned} \quad (1.5)$$

де B – числове значення параметра шорсткості за шкалою Ra ГОСТ 2789-73;

n_i – кількість поверхонь з відповідним числовим значенням параметра шорсткості.

Підставивши отримане значення в формулу 1.5 одержимо результат:

$$K_w = 1 - \frac{1}{5,8} = 0,83$$

Таке значення при обробці чорних металів свідчить про технологічність деталі по даному показнику.

2 Технологічний розділ

2.1 Призначення річної виробничої програми випуску деталі

Виробнича програма випуску деталей встановлюється залежно від річної потреби виробів і організаційно-технічних умов збірки. На початковому етапі проектування технологічних процесів виготовлення деталей, що входять у вироб, річна виробнича програма випуску визначається по формулі:

$$N = N_v \cdot q \cdot \left(1 + \frac{h}{100}\right), \text{ (шт)} \quad (2.1)$$

де N_v – річна програма випуску виробів;

q – кількість деталей даного найменування в одному виробі;

h – відсоток деталей, призначених на запасні частини.

Вважається, що річна потреба у тракторах становить 850 штук. У кожному виробі використовується одна деталь даного найменування. З огляду на умови роботи деталей, приймаємо для деталі «Вал вторинний» $h=3$ %. Підставивши вихідні дані у формулу (1.1), отримаємо значення річної виробничої програми:

$$N = 850 \cdot 1 \cdot 1,03 = 875,5 \text{ шт}$$

Приймаємо 875 штук.

Загальноприйнятим критерієм при розробці й аналізі технологічного процесу використовується така класифікаційна категорія, як тип виробництва. Попереднє приймається серійний тип виробництва. Одним з показників, що характеризують серійне виробництво, є величина партії деталей, що запускаються одночасно у виробництво. Вона визначається по формулі:

$$n = \frac{N \cdot a}{\Phi} = \frac{875 \cdot 10}{251} = 34,9, \quad (2.2)$$

де a - періодичність запуску деталей у виробництво, днів. Для серійного виробництва приймаємо, що запас деталей на складі забезпечує роботу складального цеху на десять робочих днів;

Φ - число робочих днів у році, 251.

Таким чином, при виробництві заданої деталі при розмірі виробничої партії 35 штук річна програма буде виконана після 25 запусків.

2.2 Вибір та економічне обґрунтування способу отримання заготовки

Для раціонального вибору заготовки необхідно одночасно враховувати призначення і конструкцію деталі, технічні вимоги, масштаб і серійність випуску, а також економічність виготовлення. Вибрати заготовку – означає встановити спосіб її отримання, призначити припуски на обробку кожної поверхні, розрахувати розміри і вказати вимоги до точності виготовлення. При виборі заготовки для знов проєктованого технологічного процесу розглянемо два способи отримання заготовки, які не викликають істотних змін в побудові і змісті процесу механічної обробки. В цьому випадку перевага віддається заготовці, що характеризується кращим використанням металу і меншою вартістю з урахуванням приведених витрат на одиницю продукції по статтях витрат, що відрізняються. Інакше остаточне рішення можна ухвалити тільки після економічного комплексного розрахунку собівартості заготовки і механічної обробки в цілому.

При виборі технологічного процесу здобуття заготовки і методу її формоутворення необхідно враховувати ряд чинників, внаслідок яких зменшиться час на обробку, зменшиться маса заготовки, збільшиться коефіцієнт використання матеріалу. Доцільно для здобуття заготовки валу - штампування на горизонтально кувальній машині [11], як в базовому технологічному процесі, але зменшити припуски і допуски. Дана заготовка є раціональною для дрібносерійного типу виробництва. Вживання даного устаткування запобігає зменшенню зрушенню в площині рознімання штапу, забезпечує підвищену продуктивність, а також воно дешевше в порівнянні з іншим встаткуванням. Окрім цього заготовка по конфігурації нагадує форму готової деталі, що призводить до економії матеріалу, часу на обробку, а це зниження собівартості.

Приймаємо в якості заготовки прокат сталевий гарячекатаний круглий ГОСТ 2590-88 діаметром 115 мм. Вартість заготовки з прокату оцінюється витратами на матеріал, визначають за масою заготовки, що використовується на виготовлення деталі, і масі реалізованої стружки. Альтернативним варіантом заготовки для виготовлення деталі «Вал вторинний» є штампування на кривошипних гарячештампувальних пресах. Конфігурація заготовки наведена на рисунку. 2.1.

Після визначення методу здобуття заготовки визначаються припуски на заготовку і проєктується креслення заготовки, з переліком технічних вимог. Для визначення припусків встановлюються параметри заготовки: точність, маса, габаритні найбільші розміри, групу сталі і степінь складності поковки [2].

Розміри заготовки визначають з урахуванням припусків на механічну обробку, які встановлені за ГОСТ 7505-89. Відповідно до методики, приймаємо наступні вихідні данні:

Розрахункова маса кування ($M_{кр}$) визначається виходячи з її номінальних розмірів. Оскільки на початку проектування заготовки її номінальні розміри невідомі, величину розрахункової маси кування в першому наближенні допускається обчислювати по формулі:

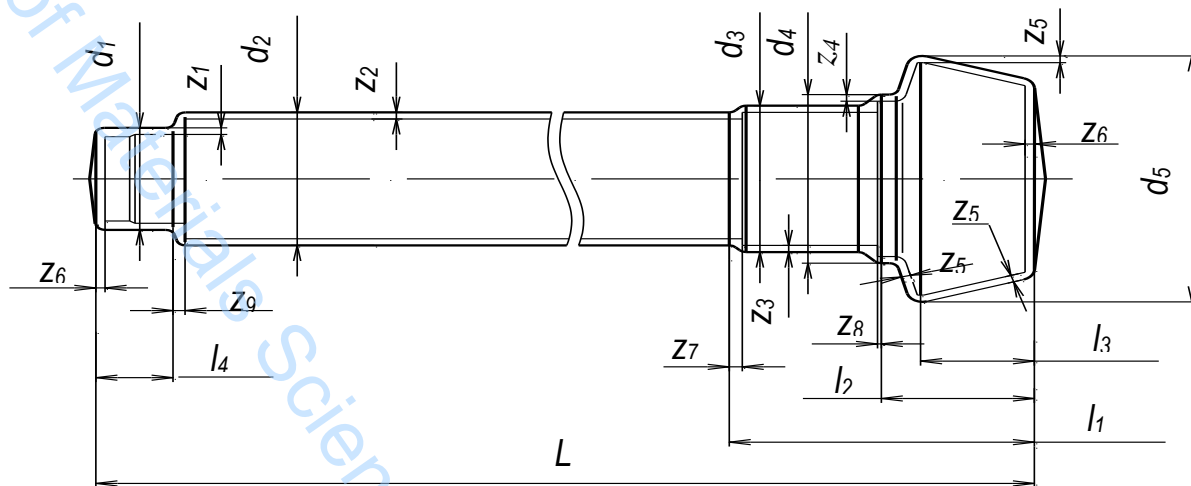


Рисунок. 2.1 – Форма заготовки

Розміри заготовки розраховують з урахуванням припусків на механічну обробку, які призначають за ГОСТ 7505-89. У відповідності з методикою, приймаємо наступні вихідні дані: Розрахункову масу поковки визначимо за формулою (2.3):

$$M_{кр} = M_{д} \cdot K_p = 6,8 \cdot 1,6 = 10,9 \text{ кг} \quad (2.1)$$

де $M_{кр}$ – маса деталі, кг;

K_p - розрахунковий коефіцієнт (1,2-1,6 деталі з прямою віссю).

Степінь складності визначається по відношенню:

$$\frac{M_{кр}}{M_{ф}}, \quad (2.2)$$

де $M_{ф}$ - маса геометричної фігури, у яку вписується форма кування, кг, що розраховується по формулі:

$$M_{ф} = \frac{\pi \cdot 1,05 \cdot D_{max}^2}{4} \cdot 1,05 \cdot L \cdot \rho_m = \frac{3,14(1,05 \cdot 103,5)^2}{4} \cdot 1,05 \cdot 400 \cdot 7,85 = 30,2 \text{ кг} \quad (2.3)$$

де D_{max} – максимальний діаметр деталі, мм;

L - довжина деталі, мм;

ρ - питома вага матеріалу, г/см³.

Підставивши отримане значення у формулку 3.3 одержимо результат:

$$\frac{M_{кр}}{M_{ф}} = \frac{10,9}{30,2} = 0,36$$

Таке значення відносини відповідає степені складності С2

Інші вихідні дані, що характеризують кування, наведені в таблиці 2.1

Таблиця 2.1

Характеристика кування	Позначення	Примітка
Клас точності кування	T4	Штапування на ГКШП
Група сталі	M2	Доля вуглецю більше 0,35%
Степінь складності кування	C2	$M_{кр}/M_{ф}=0,23$ (менше 0,32)

На підставі вихідних даних по таблиці 2 ГОСТ 7505-89 визначаємо вихідний індекс штапування - 15. Відповідно до них визначаються основні припуски на механічну обробку і допуски на розміри заготовки. Додатковий припуск, що враховує зміщення штапу по площині рознімання і відхилення від прямолінійності завдяки жолобленню, призначаємо за таблицями 2.4; 2.5. Розраховані розміри заготовки наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Розмір поверхні, мм	Параметр шорсткості Ra, мкм	Основний припуск на сторону, мм	Додатковий припуск, мм	Загальний припуск на сторону, мм	Розмір заготовки, мм	Позначення на рис.3.1	
Зовнішні циліндричні поверхні							
40k6	0,8	2,5	0,8	3,3	z_1	$46,6^{+2,1}_{-1,1}$	d_1
54h14	12,5	1,9		2,7	z_2	$59,4^{+2,1}_{-1,1}$	d_2
60n6	0,8	2,5		3,3	z_3	$66,6^{+2,4}_{-1,2}$	d_3
70h14	12,5	1,9		2,7	z_4	$75,4^{+2,4}_{-1,2}$	d_4
103,54h14	12,5	2,0		2,8	z_5	$109,1^{+2,7}_{-1,3}$	d_5
Торцеві поверхні							
400 _{-1,55}	12,5	2,6	0,8	3,4	z_6	$406,8^{+3,3}_{-1,7}$	L
92	12,5	1,9		2,7	z_7	$98,1^{+2,4}_{-1,2}$	l_1
48h14	0,8	2,5		3,3	z_8	$54,7^{+2,1}_{-1,1}$	l_2
35	12,5	1,7		-	-	$38,4^{+1,8}_{-1,0}$	l_3
26	3,2	2,0		2,8	z_9	$26,6^{+1,8}_{-1,0}$	l_4

Маса заготовки визначається з урахуванням номінальних виконавчих розмірів заготовки і штапувальних ухилів для зовнішніх поверхонь, рівних 5° , у відповідності до рис. 2.1.

$$Q = 7,85 \cdot 10^3 \cdot (45,3 + 788,0 + 181,8 + 222,4 + 318,7) \cdot 10^{-6} = 13,0 \text{ (кг)}$$

Порівнюючи реальні значення з формулою 2.2 приймається висновок, що ступінь складності не змінилася і може використовуватись для подальших розрахунків і розробки робочого кресленика заготівлі.

2.3 Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі

Технологічний процес в умовах серійного типу виробництва характеризується широкою номенклатурою виробів і значних обсягів випуску. Ефективність такого виробництва в значній мірі залежить від можливості суміщення універсальності й мобільності одиничного виробництва з високою організацією й продуктивністю масового. Таке сполучення передбачає використання обладнання широкими технологічними можливостями, високим ступенем універсальності й автоматизації.

З огляду на, що серійне виробництво характеризується широкою номенклатурою не тільки виробів, але й оброблюваних матеріалів, вимоги до широкого вибору економічно ефективних методів і режимів обробки металів можуть бути виконані шляхом наявності різноманітного парку металорізального обладнання, універсальних і переналагоджуваних спеціальних пристосувань, розвиненого інструментального й метрологічного господарства.

Найбільш ефективним засобом, що дозволяє забезпечити найвищий ступінь автоматизації, високу універсальність і значну продуктивність при великій насиченості технологічних операцій, є раціональне використання встаткування із числовим програмним керуванням і пов'язані з ним технології організації робочих місць, складів, транспорту, контролю операцій і керування виробничими процесами.

При призначенні маршруту виготовлення деталі орієнтуємося на вид заготівки і її точність. Кількість технологічних операцій, їхня концентрація буде обумовлювати методами обробки поверхонь, які обумовлюються з огляду на необхідний квалітет розміру, параметр шорсткості. Перелік оброблюваних поверхонь і методи обробки, які забезпечують виконання вимог креслення, наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Вид поверхні, розмір, мм	Квалітет	Ra, мкм	Метод обробки поверхні
1	2	3	4
Торцеві 400 _{-1,55}	14	12,5	Фрезерування
Зовнішня $\varnothing 103,54$; $\varnothing 70$; $\varnothing 58_4$	14	12,5	Точіння однократне
Зовнішня $\varnothing 60_{п6}$, $\varnothing 40_{к6}$	6	0,8	Точіння чорнове Точіння чистове Шліфування попереднє Шліфування остаточне

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
Зовнішня $\varnothing 54d11$	11	3,2	Точіння чорнове Точіння чистове
Зовнішня $\varnothing 48e8$	8	0,8	Фрезерування Шліфування
Торцеві 48, 326 $^{+0,36}$	11	0,8	Точіння Шліфування
M18-7H	-	6,3	Свердлування Нарізання різьби мітчиком

При розробці маршрутної технології виготовлення деталі «Вал вторинний» орієнтуємося на типовий технологічний маршрут виготовлення зубчастих валів в умовах серійного виробництва. Кількість технологічних операцій, їх концентрація буде визначатися методами обробки поверхонь, які призначені виходячи з необхідного квалітета розміру, параметра шорсткості і умов оброблюваності середньолегованих сталей.

Технологічними базами для обробки всіх поверхонь деталі, за винятком паза і різьбового отвіру, будуть центрові отвори, які виконуються на першій операції. Зважаючи на форму і розміри заготовки, а також наявність комбінованого центрального отвору з лівого торця, перша операція виконується на свердлильно-фрезерно-розточувальному верстаті з ЧПК де на двох позиціях поворотного столу здійснюється повна обробка деталей з двох торців.

Попередню обробку поверхонь ступенів валу доцільно виконувати на токарному верстаті з ЧПК. Будучи універсальними, такі верстати допускають обробку по автоматичному циклу, що полегшує багатOVERSTATNE обслуговування, дає можливість виробляти швидко і просте переналагодження при обточування ступінчастих валів різних розмірів за заздалегідь розробленою програмою.

На наступній операції доцільно фрезерувати два торцеві пази шириною 8 мм, які в подальшому можуть використовуватись для базування заготовки і передачі крутного моменту при фрезерування зубців та на шліфувальних операціях.

Зважаючи значну довжину шлицевої поверхні, її обробка супроводжується зниженням жорстості деталі, тому в першу чергу треба здійснити фрезерування шлиців, потім попереднє шліфування основних конструкторських баз, для поліпшення процесу насичення поверхонь вуглецем, а потім чорнове і чистове фрезерування зубців. Така послідовність забезпечить максимальну точність розташування зубців та інших поверхонь відносно загальної вісі деталі.

Перед хіміко-термічною обробкою здійснюється проміжний контроль точності розмірів та відносного розташування основних поверхонь деталі.

Після досягнення необхідної твердості поверхонь передбачається три операції чистої обробки. Спочатку на шліцешліфувальному верстаті з ЧПК, який дозволяє здійснювати обробку одночасно бокових поверхонь шлиців і меншого діаметру, так і розділно зі зміною шліфувального круга, завершується обробка шлиців. Потім на двох торцевокруглошліфувальних полуавтоматах здійснюється остаточно обробка робочих шийок вала.

На завершальній операції проводиться комплексний контроль розмірів поверхонь та їх відносного розташування.

Запропонований маршрут обробки валу наведений в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

№ оп.	Найменування операції	Стислий зміст операції	Верстат
05	Програмна	Комплексна обробка двох торців	6904 ПМФ2
10	Токарна с ЧПК	Повна токарна обробка з правої сторони	1713Ф3
15	Токарна с ЧПК	Повна токарна обробка з лівої сторони	1713Ф3
20	Фрезерувальна	Фрезерування двох пазів 8 мм	6Р81
25	Шлицефрезерувальна	Фрезерування шлиців	5350
30	Шліфувальна	Шліфування поверхні Ø60 і торця	3Т161
35	Шліфувальна	Шліфування поверхні Ø40 і торця	3Т161
40	Зубооброблююча	Чорнове фрезерування зубців	5С270П
45	Зубооброблююча	Чистове фрезерування зубців	5С270П
50	Контрольна	Проміжний контроль	Стіл БТК
55	Термічна обробка	ХТО	-
60	Шлицешліфувальна	Шліфування шлиців	3М451ВФ2
65	Шліфувальна	Шліфування поверхні Ø60 мм	3Т161
70	Шліфувальна	Шліфування поверхні Ø40 мм	3Т161
75	Контрольна	Комплексний контроль деталі	Стіл БТК

2.4 Розрахунок припусків та межопераційних розмірів механічної обробки

Припуски на механічну обробку значною мірою впливають на технологічну собівартість виготовлення деталі. Видалення надмірного припуску сполучено зі збільшенням машинного часу на чорнову обробку, як у випадку виконання додаткових обдирних проходів, так і за рахунок зниження режимів різання у випадку значної глибини різання. При цьому підвищується витрата різального інструменту й загальні витрати на експлуатацію робочого місця.

Мінімальні припуски на механічну обробку визначаємо розрахунково-аналітичним методом, що рекомендується в довіднику [13]. При цьому, загальний припуск повинен бути погоджений із припуском, призначеним при проектуванні заготовки з використанням відповідного нормативно-технічного документа. У випадку перевищення розрахованого припуску над нормативним коректується розмір заготовки.

Припуски на іншу поверхню призначаємо статистичним (табличним) методом. У цьому випадку загальний припуск приймаємо рівним припуску, призначеному на заготовку, а припуски на обробку, що іде за чорною по таблицях, наведеним у довідковій літературі.

Для оброблюваних поверхонь деталі «Вал вторинний» розрахунок мінімального припуску виконаємо на найбільш точну поверхню - опорну шийку діаметром 60п6 мм.

Мінімальна величина припуску при обробці циліндричних поверхонь визначається по формулі:

$$2Z_{i \min} = 2[(Rz + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma(i-1)}^2 + \varepsilon_i^2}], \quad (2.4)$$

де Rz і h - параметр шорсткості й глибина дефектного шару, що характеризують умови попереднього технологічного переходу (заготовку), мкм;

Δ_{Σ} - сумарна величина просторових відхилень після виконання попереднього технологічного переходу, мкм;

ε_i - похибка встановлення деталі в пристосуванні на виконуваному технологічному переході, мкм

Визначимо значення параметрів, що входять у формулу (2.4):

1. Особливістю обробки даної деталі є виконання ХТО до проведення чистового шліфування. Жолоблення деталі після термообробки повинне бути враховане шляхом збільшення припуску на шліфування. З іншого боку, після термічної обробки на поверхні деталі відсутній дефектний шар, що враховується параметром h . Для обліку цих факторів у метод обробки поверхні включений відповідний перехід.

2. Сумарну величину просторових відхилень поверхонь штампованої заготовки, які обробляються в центрах, визначимо по формулі:

$$\Delta_{\Sigma_{заг}} = \sqrt{\Delta_{кор}^2 + \Delta_{см}^2 + \Delta_{ц}^2} \quad (2.5)$$

де $\Delta_{кор}$ - зігнутість штампування класу точності Т4, довжиною 400-630 мм за ГОСТ 7505-89 не повинна перевищувати 1,6 мм;

$\Delta_{см}$ – зсув по поверхні рознімання при штампуванні заготовки масою 10-20 кг становить 1,0 мм;

$\Delta_{ц}$ – похибка зацентрування визначається по формулі:

$$\Delta_{ц} = 0,25\sqrt{T^2 + 1} = \sqrt{3,3^2 + 1} = 3,45 \text{ (мм)}, \quad (2.6)$$

де T - допуск на діаметральний розмір бази заготовки, яка використовується при зацентруванні, мм

Підставивши значення у формулу (2.7) одержимо результат:

$$\Delta_{\Sigma_{заг}} = \sqrt{1,6^2 + 1,0^2 + 3,45^2} = 3,59 \text{ (мм)}$$

Місцеве відхилення осі деталі від прямолінійності (кривизну) після термообробки й виправлення на пресі приблизно визначимо по формулі:

$$\Delta_{\Sigma} = (l - l_x) \cdot \Delta_{до} = (407-70) \cdot 0,15 = 51 \text{ (мкм)}, \quad (2.7)$$

де l - довжина заготовки, мм

l_x – відстань від торця деталі до розглянутого перетину, мм

$\Delta_{до}$ – питома кривизна заготовки, мкм/мм. Для кувань типу валів після виправлення на пресах приймається 0,15 мкм/мм [12. табл.16 с.186]

Залишкові просторові відхилення заготовки визначаються по формулі:

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{\Sigma_{заг}} \cdot K_y, \quad (2.8)$$

де K_y – коефіцієнт уточнення форми, що залежить від виду технологічного переходу [21. Табл.29 с.190].

Приймаються значення коефіцієнта уточнення K_y після чорнового гостріння 0,06, після чистового гостріння – 0,04, після шліфування – 0,03.

3. Похибка встановлення при базуванні в центрах відсутня.

З використанням формули (2.7) визначається мінімальний припуск для кожного переходу МОП. А саме:

$$\text{для чорного точіння } 2Z_{\text{чер.точ.}} = 2[(160 + 200) + \sqrt{3590^2}] = 7900 \text{ (мм)}$$

$$\text{для чистового точіння } 2Z_{\text{чист.точ.}} = 2[(50 + 50) + \sqrt{215^2}] = 630 \text{ (мм)}$$

$$\text{для шліфування попер. } 2Z_{\text{шлиф.ін.}} = 2[(25 + 25) + \sqrt{9^2}] = 118 \text{ (мм)}$$

$$\text{для шліфування остат. } 2Z_{\text{шлиф.оконч.}} = 2[10 + \sqrt{51^2}] = 162 \text{ (мм)}$$

Розрахунок граничних припусків і межоперационных розмірів при обробці циліндричної поверхні діаметром 60п6 мм наведений у таблиці 5.1.

Розрахунковий розмір для останнього переходу (шліфування) приймається рівним мінімальному розміру по кресленню (60,020 мм). Для наступного переходу він визначається шляхом додатка призначеного припуску (60,182 мм). Аналогічні обчислення виконуються для всіх переходів МОП. Отримані значення приймають у якості мінімального операційного розміру після округлення з урахуванням значущих цифр технологічного допуску. Максимальні операційні розміри відрізняються від мінімальних на величину технологічного допуску.

Граничні припуски для кожного переходу МОП визначаються шляхом вирахування граничних розмірів на двох сусідніх переходах:

$$\text{для чорного точіння } Z_{\text{чер. min}} = 68,8 - 60,9 = 7,9 \text{ (мм)}$$

$$Z_{\text{чер. max}} = 72,4 - 61,2 = 11,2 \text{ (мм)}$$

$$\text{для чистового точіння } Z_{\text{чист. min}} = 60,90 - 60,30 = 0,60 \text{ (мм)}$$

$$Z_{\text{чистий. max}} = 61,20 - 60,42 = 0,78 \text{ (мм)}$$

$$\text{для шліф. попереднього } Z_{\text{шлиф. черн. min}} = 60,300 - 60,182 = 0,118 \text{ (мм)}$$

$$Z_{\text{шлиф. черн. max}} = 60,420 - 60,228 = 0,192 \text{ (мм)}$$

$$\text{для шліф. остаточного } Z_{\text{шлиф. чист. min}} = 60,182 - 60,020 = 0,162 \text{ (мм)}$$

$$Z_{\text{шлиф. чистий. max}} = 60,228 - 60,039 = 0,189 \text{ (мм)}$$

Таблиця 2.5

Метод обробки поверхні	Елементи припуску, мкм			Припуск, мкм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск, мкм	Розмір, мм		Припуск, мм	
	Rz	h	$\Delta\Sigma$				d_{\min}	d_{\max}	Z_{\min}	Z_{\max}
Зовнішня циліндр. 60 п6 ^{+0,039} _{+0,020} мм										
Заготовка	160	200	3590		68,830	3600	68,8	72,4		
Точіння чорнове	50	50	215	7900	60,930	300	60,9	61,2	7,9	11,2
Точіння чистове	25	25	9	630	60,300	120	60,30	60,42	0,60	0,78
Шліфування попер.	10	20	-	118	60,182	46	60,182	60,228	0,118	0,192
Термообробка	10	-	51	-		-				
Шліфування остат.	5	-	-	162	60,020	19	60,020	60,039	0,162	0,189

Правильність обчислень перевіряється по формулі:

$$Z_{i \max} - Z_{i \min} = \delta_{i-1} - \delta_i \quad (2.9)$$

Підставив значення із таблиці 2.5 в формулу 2.9, отримуємо результат перевірки правильності розрахунку:

$$(11,2+0,78+0,192+0,189) - (7,9+0,60+0,118+0,162) = 3,600 - 0,019$$

$$3,581 = 3,581$$

Підсумкові дані й розрахунок міжопераційних розмірів і граничних припусків на механічну обробку інших поверхонь представлені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6

Метод обробки поверхні	Припуск, мм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск, мкм	Розмір, мм		Припуск, мм	
				D_{\min}	D_{\max}	Z_{\min}	Z_{\max}
Тореві 400^{-1,55} мм							
Заготівка		405,25	5000	405	410		
Фрезерування лівого торця	3,4	401,85	2500	401,9	404,4	3,1	5,6
Фрезерування правого торця	3,4	398,45	1550	398,45	400,00	3,45	4,40
Торцева 48\pm0,31мм							
Заготовка		50,99	3200	51,0	54,2		
Точіння	3,0	47,99	1000	48,0	49,0	3,0	5,2
Шліфування	0,3	47,69	620	47,69	48,31	0,31	0,69
Зовнішня циліндрична $\varnothing 40k6^{+0,018}_{+0,002}$ мм							
Заготовка		45,602	3200	45,6	48,8		
Точіння чорнове	4,0	41,602	390	41,60	41,99	4,00	6,81
Точіння чистове	1,2	40,402	100	40,40	40,50	1,20	1,49
Шліфування попер.	0,3	40,102	39	40,102	40,141	0,298	0,359
Шліфування остаточ.	0,1	40,002	16	40,002	40,018	0,100	0,123
Зовнішня циліндрична $\varnothing 54d11^{(-0,1}_{-0,3})$ мм							
Заготовка		59,1	3600	59,0	62,6		
Точіння чорнове	4,2	54,9	460	54,90	55,36	4,10	7,24
Точіння чистове	1,2	53,7	200	53,7	53,9	1,20	1,46

2.5 Детальна розробка операцій технологічного процесу виготовлення деталі

Основна мета детальної розробки технологічної операції - розробка технологічної документації, що містить повну інформацію про зміст операції, її технологічному й метрологічному оснащенні, трудовитратах. Вихідними даними, що визначають послідовність операцій і їхнє призначення, є технологічний маршрут, наведений у таблиць 2.4. Призначення режимів різання, вимог до точності розмірів здійснюємо на підставі результатів розрахунку міжопераційних припусків і розмірів, які наведені в таблицях 2.5, 2.6.

Виготовлення деталі «Вал вторинний» передбачає 15 технологічних операцій, з них 12 операцій - механічної обробки. Докладний розрахунок режимів різання й технічної норми часу виконаємо для першої та шліфувальної операції. Результати детальної розробки інших операцій і дані для заповнення технологічної документації наведені в таблиці 2.7

Операція 05, Програмна

Операція виконується на горизонтальному свердлильно-фрезерно-розточувальному верстаті моделі 6904ВМФ2 з хрестовим столом, оснащеному СЧПК «Розмір 2-М» і тридцятимістним інструментальним магазином.

Заготовка базується на поворотному столі в універсально-збірному пристосуванні на двох призмах з упором у торець. У процесі виконання операції здійснюється повна обробка заготовки із двох протилежних сторін з використанням двох позицій поворотного столу й шести видів інструментів для виконання восьми інструментальних переходів.

Позиція 1

- 1) Фрезерується площина торця в розмір $406 \pm 1,25$ мм;
- 2) Свердлиється центровий отвір В12 ГОСТ 14034-71;

Позиція 2

- 1) Фрезерується площина торця в розмір $400_{-1,55}$ мм;
- 3) Свердлиється отвір під різьблення М18х1,5-7Н на глибину 55 мм;
- 4) Зенкерується отвір (20 мм на глибину 8 мм із утворенням фаски);
- 5) Зенкується конічна поверхня з кутом 120(;
- 6) Нарізується різьблення М18х1,5--7Н;
- 7) Зенкується конічна поверхня з кутом 60.

Для закріплення різального інструменту на верстаті використовується допоміжний інструмент на базі якого комплектується інструментальний блок різного призначення. Загальною характеристикою системи допоміжного інструмента є вид і розмір хвостовика, що забезпечують його закріплення в шпинделі, а також захват пристроєм

для транспортування з магазину в шпindel і назад. Для даного верстата використовується хвостовик конічністю 7:24 розміром 50 мм для верстатів із числовим програмним керуванням по СТ СЭВ 1859-79. При цьому, конструктивні елементи для кріплення різального інструменту визначаються відповідним нормативно-технічним документом у вигляді технічних умов.

Узагальнені дані по технологічному оснащенню всіх інструментальних переходів даної операції наведені в таблиці 2.7. Узгодження параметрів робочих рухів верстата здійснювалося відповідно до наведеного нижче стійкої технічної характеристики.

Стисла технічна характеристика верстата:

1. Розміри робочої поверхні стола, мм	500x400
2. Діаметр поворотної частини стола, мм	630
3. Найбільша маса оброблюваної заготовки, кг	300
4. Найбільше переміщення стола, мм	
	поздовжнє 500
	поперекове 500
	шпindelної головки вертикальне 500
5. Відстань від осі шпинделя до робочої поверхні стола, мм	65-555
6. Відстань від торця шпинделя до центру стола, мм	230-730
7. Конус отвору шпинделя ГОСТ 15945-82	50
8. Місткість інструментального магазину	30
9. Найбільший діаметр інструмента, установлюваного в магазин, мм	160
10. Частота обертання шпинделя, об/хв	31,5, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000
11. Робочі подачі, мм/хв	2; 3,5; 4, 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500
12. Швидкість швидкого переміщення, мм/хв	5000
13. Потужність електродвигуна головного руху, кВт	4,5

Наведемо розрахунок режимів різання для першого інструментального переходу:

Обробка здійснюється насадною торцевою фрезою діаметром 100 мм, з 10 зубами із пластин твердого сплаву Т5К10.

1. Призначається рекомендована подача на зуб фрези, залежно від глибини фрезерування й діаметра фрези. У цьому випадку глибина різання 5,6 мм (див. табл.2.6). Призначається $S_{Zm} = 0,14$ мм/зуб.

2. Значення цієї подачі уточнюється залежно від конкретних умов обробки за допомогою поправочних коефіцієнтів по формулі:

$$S_z = S_{Zm} \cdot K_{S_z} = S_{Zm} \cdot K_{S_{z_c}} \cdot K_{S_{z_u}} \cdot K_{S_{z_R}} \cdot K_{S_{z_\phi}} = 0,14 \cdot 1,2 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 = 0,14 \text{ мм/зуб}, \quad (2.10)$$

де S_{Zm} - матричне значення, мм/зуб;

$K_{S_{z_c}}$ - коефіцієнт, що враховує технологічні умови обробки (по табл. 108 с.299-301 встановлюється шифр типової схеми обробки (I), потім по таблиці 109 - коефіцієнт $K_{S_{z_c}} - 1,2$);

$K_{S_{z_u}}$ - коефіцієнт, що враховує матеріал фрези, 0,85 (табл.114 с.305);

$K_{S_{z_R}}$ - коефіцієнт, що враховує шорсткість обробленої поверхні;

$K_{S_{z_\phi}}$ - коефіцієнт, що враховує вид оброблюваної поверхні;

3. Визначається матричне значення швидкості різання (V_T) залежно від діаметра фрези, глибини фрезерування й уточненого значення подачі (S_z). З урахуванням інтерполяції $V_T = 162$ м/хв.

Табличне значення швидкості різання уточнюється залежно від ступеня жорсткості технологічної схеми й змінних умов обробки по формулі:

$$V = V_T \cdot K_{V_c} \cdot K_{V_m} \cdot K_{V_u} \cdot K_{V_n} \cdot K_{V_o} \cdot K_{V_\phi} \cdot K_{V_B} = 162 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 213,8 \text{ м/хв} \quad (2.11)$$

де V_T - матричне значення швидкості;

K_{V_c} - коефіцієнт, що враховує технологічні умови обробки (по таблиці 108 с.299-301 встановлюється шифр типової схеми обробки, потім по таблиці 109 - коефіцієнт $K_{V_c} - 1,1$);

K_{V_m} - коефіцієнт, що враховує марку оброблюваного матеріалу (1,0);

K_{V_u} - коефіцієнт, що враховує матеріал інструмента (1,0);

K_{V_n} - коефіцієнт, що враховує стан оброблюваної поверхні (1,0);

K_{V_o} - коефіцієнт, що враховує умови обробки (1,2);

K_{V_ϕ} - коефіцієнт, що враховує головний кут у плані (1,0);

K_{V_B} - коефіцієнт, що враховує відношення фактичної ширини фрезерування до нормативного (1,0);

Розраховуємо частоту обертання фрези (n), що забезпечує необхідну швидкість різання:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{\phi}} = \frac{1000 \cdot 213,8}{3,14 \cdot 100} = 680,9 \text{ об/хв}, \quad (2.12)$$

де V - розрахункова швидкість різання, м/хв;

D_{ϕ} – діаметр фрези, мм.

Розрахункове значення n порівнюється з паспортними даними верстата. Для подальших розрахунків приймається найближче менше значення з ряду частот обертання шпинделя. Допускається збільшене значення частоти обертання, якщо воно не перевищує 5% розрахункового. Приймаємо 630 об/хв. Тоді розрахункова подача складе 882 мм/хв. По паспорті верстата приймається 800 мм/хв.

Машинний час на виконання даного переходу визначимо по формулі:

$$T_o = \frac{L_{px}}{S_m} = \frac{86}{800} = 0,09 \text{ хв}. \quad (2.13)$$

де L_{px} – довжина робочого ходу фрези (86), мм

S_m -хвилинна подача стола, мм/хв

Характеристики робочих рухів на інших інструментальних переходах даної операції, наведена в таблиці 2.7

Таблиця 2.7 Узагальнена характеристика операції 05 по виготовленню деталі «Вал вторинний»

Операція 05, Програмна					
Модель верстата	Пристосування	T_o	T_d	$T_{пз}$	$T_{шк}$
		хв.	хв.	хв.	хв.
6904 ПМФ2	Універсально-збірне пристосування	5,67	7,65	39	20,41
Зміст та оснащення операції					
Зміст переходу		Різальний інструмент		Допоміжний інструмент	
Позиція 1					
1.Фрезерувати правий торець		Фреза 2214-0153 ГОСТ 9473-80		Оправка 191431054 ТУ2 035-697-79	
2.Сверлити центровий отвір		Свердел 2317-0112 ГОСТ 14952-75		Патрон 191113040 ТУ2 035-490-76	
Позиція 2					
3. Фрезерувати лівий торець		-		-	

Продовження таблиці 2.7

4. Свердлити отвір під різьбу	Свердел 2301-0199 ГОСТ 19903-77	Втулка 191831072 ТУ2 035-978-85				
5. Зенкерувати отвір Ø20	Зенкер 035-2323-0015 ТУ 2-035-926-83	Втулка 191831072 ТУ2 035-978-85				
6. Зенкувати конус ∠120°	Зенковка 2353-0147 ГОСТ 14953-80	Втулка 191831073 ТУ2 035-978-85				
7. Нарізати різьбу М18х1,5-7Н	Мітчик 035-2620-0561 ОСТ 2И52-1-74	Тримач 91112041 ТУ2 035-763-80 Патрон 191221030 ТУ2 035-681-79				
8. Зенкувати конус ∠60°	Зенковка 2353-0124 ГОСТ 14953-80	Втулка 191831072 ТУ2 035-978-85				
Характеристика переходу						
Перехід	t, мм	S, мм/хв	V, м/хв	n, об/хв	T _о , хв	T _д , хв
1	3,5	54	81,6	224	1,15	0,1
2	6	32	63	1000	0,08	0,2
3	3,5	54	81,6	224	1,15	0,1
4	8,25	250	15,7	500	0,8	0,3
5	2	40	17,8	300	0,12	0,3
6	2	40	19,8	400	0,12	0,2
7	1,5	1,5 об	5,6	100	0,33	0,3
8	2	40	19,8	400	0,12	0,3

Розрахунок технічної норми часу на верстатну операцію виконується по формулі:

$$T_w = (T_o + T_d) \cdot \left[1 + \frac{(a_{обс} + a_{отп})}{100} \right], \quad (2.14)$$

де T_o – основний (машинний) час, хв;

T_d – допоміжний час, що складається із часу на установку й зняття деталі, часу, пов'язаного з переходом, часу на виміри, зміну інструмента й зміну режимів різання, хв;

$a_{обс}$ – час на обслуговування робочого місця, % від оперативного ($T_o + T_d$);

$a_{отп}$ – час на відпочинок і особисті потреби, % від оперативного ($T_o + T_d$).

Особливістю нормування операцій механічної обробки на верстатах з ЧПК є те що основний час і час, пов'язане з переходом, становлять єдину величину T_a – час автоматичної роботи верстата по програмі, що включає по суті як основне, так і допоміжний час. Це видно з формули:

$$T_a = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{S_{xv}} + T_{vxa} + T_{ост}, \quad (2.15)$$

де L_i – довжина шляху, який проходить інструмент або деталь в напрямку подачі при обробці i -го технологічної ділянки, мм;

S_{xv} – хвилинна подача на i -тій технологічній ділянці, мм/хв;

n - число технологічних ділянок;

T_{vxa} – час на виконання автоматичних допоміжних ходів, хв;

$T_{зуп}$ – час технологічних пауз, хв.

Час допоміжної роботи, що не перекривається часом автоматичної роботи верстата, включає: час на встановлення й зняття деталі ($t_{уст}$); час, що пов'язаний з виконанням операції ($t_{вон}$); неперекритий час на контрольні виміри деталі ($t_{контр}$). Цей час коректується поправочним коефіцієнтом ($k_{сер}$), що залежить від серійності виробництва і визначається по формулі:

$$k_{сер} = 4,17[(T_a + T_v) \cdot n + T_{пз}]^{-0,216}, \quad (2.16)$$

де n – розмір партії деталей, шт;

$T_{пз}$ – підготовчо-заключний час, обумовлений як сума часу на організаційну підготовку робочого місця, встановлення, підготовку й зняття пристроїв; налагодження верстата й інструмента; пробний прохід по програмі.

В цьому випадку формула 2.14 набуває вигляду:

$$T_{ш} = (T_a + T_v \cdot k_{сер}) \cdot \left[1 + \frac{(a_{одс} + a_{отл})}{100} \right] \quad (2.17)$$

Тоді штучно-калькуляційний час на виготовлення однієї деталі розраховується по формулі:

$$T_{шк} = T_{ш} + \frac{T_{пз}}{n} \quad (2.18)$$

Структурної складові технічної норми часу проектованої операції визначені по [9] і результати розрахунку штучно-калькуляційного часу на виготовлення однієї деталі наведені в таблиці 2.8.

Встановлення деталі масою до восьми кілограмів в спеціальному відкритому горизонтальному апристрої 0,16 хв, а закріплення двома прихватами з використанням гаинтового затискача 0,29 хв. Таким чином, загальний час становить 0,45 хв.

Підготовчо-заключний час визначається як сума часу на налагодження верстата, що залежить від способу установлення деталі й кількості інструментів, що беруть

участь в операції, часі, затраченого у випадках роботи з яким-небудь додатковим, що нерегулярно зустрічається в роботі пристосуванням або пристроєм, передбаченим технологічним процесом на операцію, і часу на пробну обробку деталі. Для даної операції воно становить 39 хв і враховує наступні види витрат

- організаційна підготовка середньої складності із сімома інструментами в налагодженні -18 хв;
- встановити й зняти пристрій масою до 100 кг- 10 хв;
- установити й зняти інструмент в магазин -7х1=7 хв;
- набрати програмоносій, виставити 7 коректорів - 8 хв;
- виготовлення пробної деталі – 6 хв

Таблиця 2.8

Структурні складові норми часу		Значення, хв
T_a	Час автоматичної роботи верстата по програмі	5,67
T_d	Допоміжний час на встановлення та зняття заготовки	7,5
	Допоміжний час, що пов'язаний з переходами	3,47
	в тому числі	
	поворот столу на 180°	0,15
	зміна інструментів	
	поз. 1, 2	2х0,3
	поз. 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8	8х0,3
	вивести в ІС та запустити програму з пульту	0,32
	Допоміжний час на контрольні виміри	0,87
	в тому числі:	
	вимірювання штангенциркулем	
	1 ро-р 400	0,22
	2 ро-ри 55 и 30 мм	0,13+0,1
контроль шаблоном		
кут 60°	0,1х2	
кут 120°	0,1	
контроль граничними калібрами		
$\varnothing 20H11$	0,06	
отв.М18-7Н	0,6	

Продовження таблиці 2.8

$T_{оп}$	Оперативний час (5,67+7,5+3,47)	16,64
$T_{пз}$	Підготовчо-заключний час	39
$K_{сер}$	Коефіцієнт серійності (ф.2.16)	1,04
$T_{орг}$	Час на обслуговування робочого місця ,9% от $T_{оп}$	1,50
$T_{воп}$	Час на відпочинок і особисті потреби 4% от $T_{оп}$	0,67
$T_{шт}$	Штучний час на виконання операції (ф.2.17)	19,30
$T_{шк}$	Штучно-калькуляційний час (ф.2.18)	20,41

Узагальнена характеристика інших операцій по виготовленню деталі «Вал вторинний» наведена в таблиці 2.9

Таблиця 2.9

Операція 10, Токарна з ЧПК						
Модель верстата	Пристосування		T_o	T_d	$T_{пз}$	$T_{шк}$
			хв.	хв.	хв.	хв.
1713Ф3	Патрон УГО. 000000.000 Центр А-2-5-У ЧПУ ГОСТ 8742-75.		5,2	1,2	21	5,5
Зміст та оснащення операції						
Зміст переходу		Різальний інструмент			Допоміжний інструмент	
1. Чорнове точіння зовнішніх поверхонь		Різець 2102-0312 тип4 ГОСТ 21151-75			Блок 1П752МФ.41.001 ТУ 024-4005-74	
2. Точити дві канавки		Різець К.01.4525.000-01 ВНИИи			Блок 1П752МФ.41.001 ТУ 024-4005-74	
3. Чистове точіння зовнішніх поверхонь		Різець 2102-0312 тип4 ГОСТ 21151-75			Блок 1П752МФ.41.001 ТУ 024-4005-74	
Характеристика переходу						
Перехід	t , мм	S , мм/хв	V , м/хв	n , об/хв	T_o , хв	T_d , хв
1	3,95	170	96,9	500	3,24	0,1
2	1,43	60	53,4	400	0,08	0,1
3	0,63	170	123,9	1000	1,88	0,1

Продовження таблиці 2.9

Операція 15, Токарна з ЧПК						
Модель верстата	Пристосування		T_o	T_d	$T_{пз}$	$T_{шк}$
			хв.	хв.	хв.	хв.
1713Ф3	Патрон УГО. 000000.000 Центр А-2-5-У ЧПУ ГОСТ 8742-75.		0,45	0,9	18	1,2
Зміст та оснащення операції						
Зміст переходу		Різальний інструмент			Допоміжний інструмент	
1.Точіння конічної пов. справа		Різець Т5К10 21021-3014 ГОСТ 20872-80			Блок 1П752МФ.41.001 ТУ 024-4005-74	
2. Точіння конічної пов. зліва		Різець Т15К6 21079-3025 ГОСТ 26611-85			Блок 1П752МФ.41.001 ТУ 024-4005-74	
Характеристика переходу						
Перехід	t , мм	S , мм/хв	V , м/хв	n , об/хв	T_o , хв	T_d , хв
1	5,5	42	85,2	280	0,3	0,1
2	5,5	42	85,2	280	0,15	0,1
Операція 20, Фрезерувальна						
Модель верстата	Пристосування		T_o	T_d	$T_{пз}$	$T_{шк}$
			хв.	хв.	хв.	хв.
6Р81	Пристрій ТММ.КРБ=20.ХХ.06		0,6	0,55	17	1,56
Зміст та оснащення операції						
Зміст переходу		Різальний інструмент			Допоміжний інструмент	
1.Фрезерувати два пази $b=8$ мм		Фреза спеціальна			Оправка 6225-0134 ГОСТ 15067-75	
Характеристика переходу						
Перехід	t , мм	S , мм/хв	V , м/хв	n , об/хв	T_o , хв	T_d , хв
1	4,0	118	29	120	0,6	0,55
Операція 25, Шлицефрезерувальна						
Модель верстата	Пристосування		T_o	T_d	$T_{пз}$	$T_{шк}$
			хв.	хв.	хв.	хв.
5350	-		27,7	0,55	34	20,5
Зміст та оснащення операції						
Зміст переходу		Різальний інструмент			Допоміжний інструмент	
1.Фрезерувати вісім шлиців		Фреза 2520-0752 ГОСТ 8027-86			Оправка 6225-0139 ГОСТ 15067-75	

Продовження таблиці 2.9

Характеристика переходу							
Перехід	t , мм	S , мм/хв	V , м/хв	n , об/хв	T_o , хв	T_d , хв	
1	6,75	1,6	8,4	100	27,7	0,55	
Операція 30, Шліфувальна							
Модель верстата	Пристосування			T_o	T_d	$T_{пз}$	$T_{шк}$
				хв.	хв.	хв.	хв.
3Т161	Центр 7032-0037 Морзе 5 ГОСТ 13214-79			1,3	0,47	19	2,03
Зміст та оснащення операції							
Зміст переходу		Різальний інструмент			Допоміжний інструмент		
1.Шліфувати попередньо поверхню $\varnothing 60п6$		Круг ПП 750x80x305 24А50С1К ГОСТ 2424-83			-		
Характеристика переходу							
Перехід	t , мм	S , мм/хв	V , м/хв	n , об/хв	T_o , хв	T_d , хв	
1	0,04	0,005	30	125	1,3	0,47	
Операція 35, Шліфувальна							
Модель верстата	Пристосування			T_o	T_d	$T_{пз}$	$T_{шк}$
				хв.	хв.	хв.	хв.
3Т161	Центр 7032-0037 Морзе 5 ГОСТ 13214-79			0,8	0,47	19	1,25
Зміст та оснащення операції							
Зміст переходу		Різальний інструмент			Допоміжний інструмент		
1.Шліфувати попередньо поверхню $\varnothing 40к6$		Круг ПП 750x80x305 24А50С1К ГОСТ 2424-83			-		
Характеристика переходу							
Перехід	t , мм	S , мм/хв	V , м/хв	n , об/хв	T_o , хв	T_d , хв	
1	0,04	0,005	30	125	0,8	0,47	
Операція 40, Зубооброблююча							
Модель верстата	Пристосування			T_o	T_d	$T_{пз}$	$T_{шк}$
				хв.	хв.	хв.	хв.
5С270П	Пристосування при верстаті			11,14	0,5	20	12,58
Зміст та оснащення операції							
Зміст переходу		Різальний інструмент			Допоміжний інструмент		
1.Фрезерувати 13 зубців попер.		Головка фрезерувальна			-		

Продовження таблиці 2.9

Характеристика переходу							
Перехід	t , мм	S , мм/хв	V , м/хв	n , об/хв	T_o , хв	T_d , хв	
1	13	0,2	33	31	11,14	0,5	
Операція 45, Зубооброблююча							
Модель верстата	Пристосування			T_o	T_d	$T_{пз}$	$T_{шк}$
				хв.	хв.	хв.	хв.
5С270П	Пристосування при верстаті			11,01	0,5	20	12,5
Зміст та оснащення операції							
Зміст переходу		Різальний інструмент			Допоміжний інструмент		
1.Фрезерувати 13 зубців ост.		Головка фрезерувальна			-		
Характеристика переходу							
Перехід	t , мм	S , мм/хв	V , м/хв	n , об/хв	T_o , хв	T_d , хв	
1	13	0,2	33	31	11,01	0,5	
Операція 60, Шліцешліфувальна							
Модель верстата	Пристосування			T_o	T_d	$T_{пз}$	$T_{шк}$
				хв.	хв.	хв.	хв.
ЗМ451ВФ2	Пристосування при верстаті			19	2,4	18	23,3
Зміст та оснащення операції							
Зміст переходу		Різальний інструмент			Допоміжний інструмент		
1.Шліфували профілі 8 шлиць		Круг 600х20х305 24А25С2К ГОСТ 2424-83			-		
Характеристика переходу							
Перехід	t , мм	S , мм/хв	V , м/хв	n , об/хв	T_o , хв	T_d , хв	
1	0,06	0,015	14	18	19	2,4	
Операція 65, Шліфувальна							
Модель верстата	Пристосування			T_o	T_d	$T_{пз}$	$T_{шк}$
				хв.	хв.	хв.	хв.
ЗТ161	Центр 7032-0037 Морзе 5 ГОСТ 13214-79			1,3	0,47	19	2,03
Зміст та оснащення операції							
Зміст переходу		Різальний інструмент			Допоміжний інструмент		
1.Шліфувати остаточно поверхню $\varnothing 60_{п6}$ мм		Круг ПП 750х80х305 24А25С2К ГОСТ 2424-83			-		

Продовження таблиці 2.9

Характеристика переходу							
Перехід	t , мм	S , мм/хв	V , м/хв	n , об/хв	T_o , хв	T_d , хв	
1	0,02	0,005	30	120	1,5	0,47	
Операція 70, Шліфувальна							
Модель верстата	Пристосування			T_o	T_d	$T_{пз}$	$T_{шк}$
				хв.	хв.	хв.	хв.
3Т161	Центр 7032-0037 Морзе 5 ГОСТ 13214-79			0,75	0,47	17	1,1
Зміст та оснащення операції							
Зміст переходу		Різальний інструмент			Допоміжний інструмент		
1.Шліфувати остаточно поверхню $\varnothing 40k6$ мм		Круг ПП 750x50x305 24A25C2K ГОСТ 2424-83			-		
Характеристика переходу							
Перехід	t , мм	S , мм/хв	V , м/хв	n , об/хв	T_o , хв	T_d , хв	
1	0,03	0,005	30	120	0,75	0,47	

3 Спеціальний розділ

3.1 Проектування верстатного пристрою

Виконаємо обґрунтування конструкції й проектно-технологічні розрахунки, необхідні для розробки складального креслення пристрою на фрезерну операцію при виготовленні деталі «Вал вторинний». Ця операція виконується на горизонтально-фрезерному верстаті 6Р81, що має розміри стола 250x1000 мм і найбільшу відстань від осі шпинделя до поверхні стола 370 мм, а найменша відстань від задньої крайки стола до вертикальних напрямних станини 55 мм

Зміст операції полягає у фрезеруванні двох протилежних радіусних пазів шириною 8 мм. Приймається типова схема базування заготовки, з використанням двох настановних призм. На рисунку 3.1 наведена прийнята схема базування заготовки й схема прикладення основних складових сил різання при фрезеруванні дисковою фрезою.

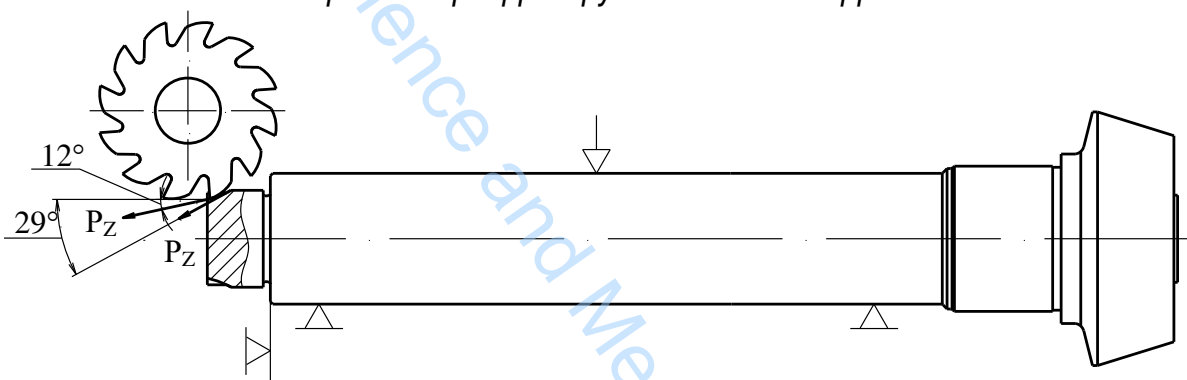


Рисунок 3.1 – Схема базування заготівки

Аналіз даної схеми показує, що на точність положення оброблюваних поверхонь впливають коливання розмірів настановних баз, оскільки положення глибини пазу задано від осі заготівки розміром 16_{-0,43} мм. Тобто, є похибка базування, оскільки технологічні бази не збігаються з вимірювальними. Базування на призму гарантує суміщення осі призми з віссю настановної бази, тому п базування по цьому розмірі відсутній.

Оцінити ступінь впливу похибки базування на точність розміру 16_{-0,43} мм можна на підставі рисунка 3.2, використовуючи формулу:

$$\varepsilon_b = 0,5 \cdot TD \frac{1}{\sin \alpha} = 0,5 \cdot 0,2 \frac{1}{0,707} = 0,14 \text{ мм} \quad (3.1)$$

где TD – поле допуску установочной базы, мм;

α - половина кута призми, град.

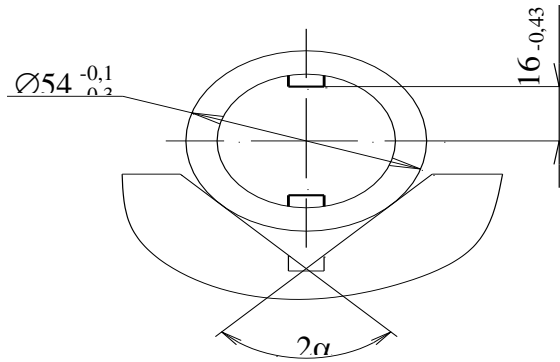


Рисунок 3.2 – Схема розрахунку похибки базування

Відповідно до правила, обробка з необхідною точністю можлива, якщо похибка базування не перевищує половини допуску на контрольований розмір. У цьому випадку умова виконується, оскільки:

$$0,14 < 0,5 \cdot 0,43$$

Крім того, на сумарну похибку обробки в проєктованім пристрої буде впливати точність виготовлення елементів пристрою і його налагодження. При оцінці цих похибок використовується формула:

$$\varepsilon = \varepsilon_H + \varepsilon_i, \quad (3.2)$$

де ε_H – похибка настроювання призм;

ε_i – похибка зношування настановного елемента.

Похибка настроювання оцінюється по формулі:

$$\varepsilon_H = k_u \cdot \varepsilon_{вум} = 1 \cdot 200 = 200 \text{ (мкм)},$$

де $\varepsilon_{вум}$ – припустима похибка виміру лінійного розміру 14 квалітету;

k_u – коефіцієнт, що враховує відхилення параметра від закону нормального розподілу.

Похибка зношування робочої поверхні упору визначаємо по формулі:

$$\varepsilon_u = \beta \cdot \sqrt{N} = 0,3 \cdot \sqrt{4000} = 19 \text{ (мкм)} \quad (3.3)$$

де β – коефіцієнт, що характеризує вид опори (для плоскої опори 0,3);

N – кількість контактів настановних елементів з деталлю за рік.

Підставивши отримані значення у формулу (3.2), визначимо значення сумарної похибки обробки - 0,219 мм. Це значення повинне бути допустимого, котре визначається по формулі:

$$[\varepsilon] = T - k_y \cdot \omega = 430 - 0,8 \cdot 90 = 358 \text{ (мкм)} \quad (3.4)$$

де T – допуск виконаного розміру, мкм;

k_y – коефіцієнт запасу (0,6-0,8);

ω – середньоекономічна точність обробки в пристосуванні.

Як видно, умова точності обробки виконується $\varepsilon < [\varepsilon]$.

Схема прикладення затискної сили в сполученні із застосовуваним типом настановних елементів дозволяють зробити висновок, що заготовка займає необхідне положення в просторі під дією сил ваги й не змінить свого положення під дією затискної сили, лінія дії сили закріплення перпендикулярна напрямку розміру, тобто похибка закріплення дорівнює нулю.

Визначимо силу, яка необхідна для надійного закріплення заготовки в процесі виконання операції. Вона буде знайдена в результаті розв'язання системи рівнянь рівноваги заготовки для прийнятої схеми базування на підставі схеми дії сил.

Головну складову сили різання P_z визначаємо по формулі:

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^z \cdot z}{D^q \cdot n^w} K_{mp} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 2,5^{0,86} \cdot 0,07^{0,72} \cdot 8 \cdot 12}{75^{0,86} \cdot 160^0} \cdot 1,12 = 885(\text{H}) \quad (3.5)$$

де C_p, x, y, z, q, w – значення показників по [22. табл.41 с.291];

K_{mp} – поправочний коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу по [22. табл.9 с.264].

Схема дії сил у поздовжньому перетині заготовки представлена на рисунку 3.3. З огляду на те, що вага заготовки становить значний відсоток від сили різання й впливає на величину реакції опор, він врахований відповідним вектором на схемі. Для складання рівняння рівноваги необхідно визначити величину реакції опор і значення вектора сили різання в осьовому й радіальному напрямках, оскільки вона спрямована під кутом, що змінюється від 12° до 29° .

Тому, найбільше значення осьової складової сили різання визначається по формулі:

$$P_o = P_z \cdot \cos 12^\circ = 590 \cdot 0,978 = 866 \text{ H}$$

а найбільшаа радіальна складова сили різання по формулі:

$$P_r = P_z \cdot \sin 29^\circ = 590 \cdot 0,485 = 429 \text{ H}$$

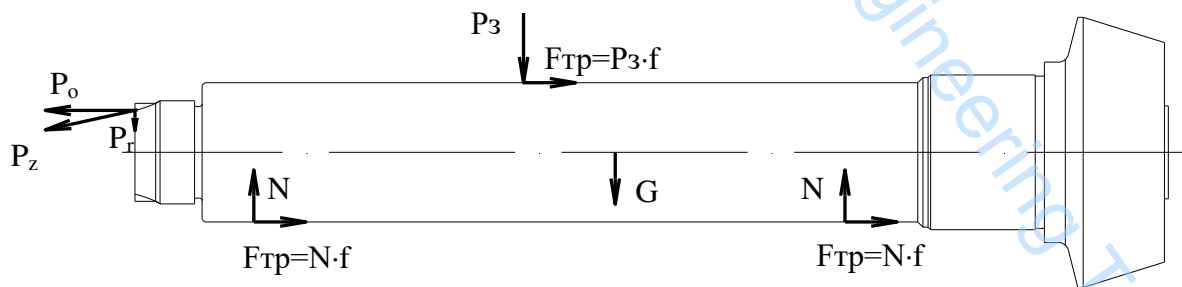


Рисунок 3.3 – Схема дії сил в поздовжньому перетині заготовки

Значення реакції опор можна визначити, якщо використати схему дії сил в поперечному перерізі, яка наведена на рисунку 3.4

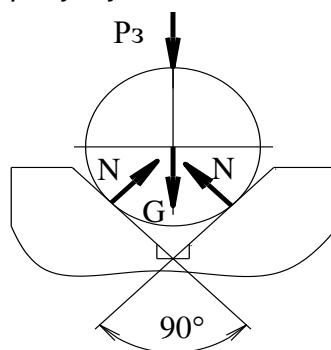


Рисунок 3.4 - Схема дії сил в поперечному перерізі заготовки

Рівняння рівноваги сил у поперечному перерізі має вигляд:

$$P_3 + G = 4 \cdot N \cdot \cos 45^\circ \quad (3.6)$$

де P_3 - затискна сила, Н

G - вага заготовки, Н

N - реакція опори, Н.

тоді, значення реакції опори визначиться по формулі:

$$N = \frac{P_3 + G}{4 \cdot 0,707}$$

У рівняння рівноваги заготовки в поздовжньому напрямку входить не реакція опори, а сила тертя, обумовлена як $f \cdot N$ (f - коефіцієнт тертя в точці контакту призми й заготовки прийнятий 0,15). Оскільки за схемою базування передбачено дві призми, то сил тертя буде чотири. Таким чином, рівняння рівноваги буде мати вигляд:

$$K \cdot P_0 = f P_3 + f 4N = f P_3 + f 4 \frac{P_3 + G}{4 \cdot 0,707}, \quad (3.7)$$

де K – коефіцієнт запасу (зазвичай приймається 1,5).

Значення необхідної затискної сили визначиться з рівняння 3.7.

$$Q = \frac{K \cdot P_0 \cdot 0,707 - f \cdot G}{f \cdot 1,707} = \frac{1,5 \cdot 866 \cdot 0,707 - 0,15 \cdot 80}{0,15 \cdot 1,707} = 3540 \text{ (Н)}$$

З іншого боку, необхідно перевірити умови рівноваги заготовки при можливому повороті навколо своєї осі. Хоча схема різання при даній схемі базування практично виключає таку можливість, оскільки фреза переміщається уздовж вертикальної осі деталі, перевірка необхідна виходячи з того, то в процесі врізання фрези в неперпендикулярний торець заготовки можливий зсув окружної сили різання на ширину паза.

Для складання рівняння рівноваги моментів сил на рисунку 3.5 наведена схема дії сил у поперековому перерізі.

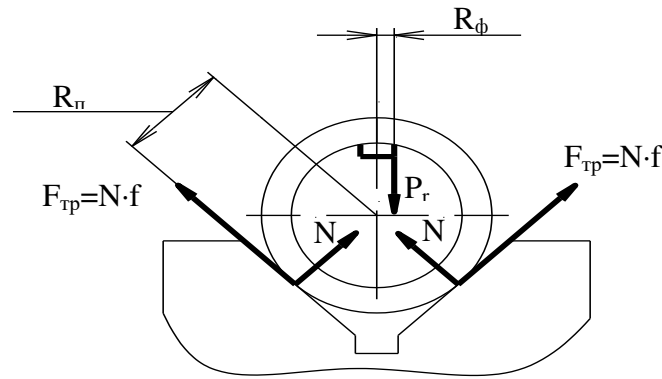


Рисунок 3.5 – Схема для рівняння моментів сил

Виходячи зі схеми, рівняння рівноваги має вигляд:

$$K \cdot P_r \cdot R_\phi = f \cdot 4 \frac{P_3 + G}{4 \cdot 0,707} \cdot R_n, \quad (3.8)$$

де R_ϕ – радіус прикладення сили різання, мм;

R_n – радіус контакту заготовки із призмою, мм.

Тоді необхідна сила затиску з формули 3.8 дорівнює:

$$P_3 = \frac{0,707 \cdot K \cdot P_r \cdot R_\phi}{f \cdot R_n} - G = \frac{0,707 \cdot 1,5 \cdot 429 \cdot 4}{0,15 \cdot 27} - 80 = 449 \text{ (H)}$$

Ця сила значно менше розрахованої з рівняння 3.7, тому для подальших розрахунків приймаємо мінімально необхідну силу закріплення 3540 Н.

Як затискний елемент пристрою буде використаний немеханізований прихват СРП И.1714.000. У цьому випадку проектування полягає в розробці конструкції ексцентрика, що базується в корпусі прихвата, і визначенні моменту, який потрібно прикласти до рукоятки торцевого кулачка, щоб забезпечити необхідну силу затиску. Схема для розрахунку моменту представлений на рисунку 3.6.

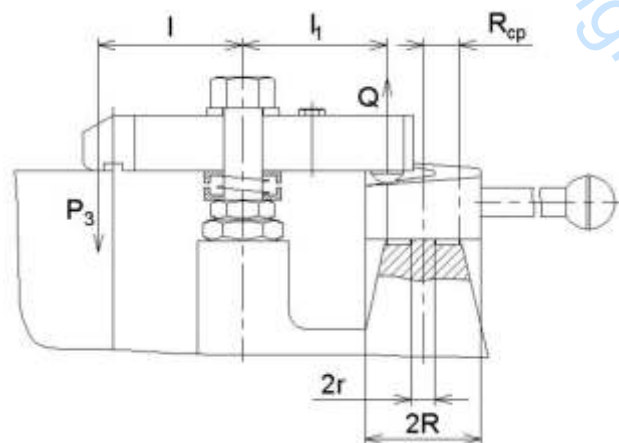


Рисунок 3.6 – Схема розрахунку затискного елемента пристрою

Момент сили, який необхідно прикласти до рукоятки щоб забезпечити силу P_3 ви- значимо по формулі:

$$M = Q \cdot R_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1), \quad (3.9)$$

де α – кут підйому кривого ексцентрика;

$\operatorname{tg} \varphi_1$ – коефіцієнт тертя на робочій поверхні кулачка.

Втрати від тертя на нижній опорній поверхні кулачка вимагають додаткового моменту, що знайдемо з рівняння:

$$M_D = \frac{2}{3} Q \cdot \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} \cdot f, \quad (3.10)$$

де f - коефіцієнт тертя на нижній опорній поверхні кулачка.

Тоді, повний момент, виражений через силу Q і прикладений до рукоятки, дорівнює:

$$\begin{aligned} M_{\Pi} &= Q \left[R_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \frac{2}{3} \cdot \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} \cdot f \right] = \\ &= 2896 \cdot \left[15 \cdot \operatorname{tg}(2 + 5,67^\circ) + \frac{2}{3} \cdot \frac{24^3 - 5^3}{24^2 - 5^2} \cdot 0,05 \right] = 8247 \text{ (Нмм)} \end{aligned}$$

$$\text{де } Q = P_3 \cdot \frac{l}{l_1} \cdot \frac{1}{\eta} = 3540 \cdot \frac{60}{75} \cdot \frac{1}{0,98} = 2896 \text{ (Н)}$$

де η – коефіцієнт, що враховує втрати від тертя в шарнірах прихвата.

З огляду на довжину рукоятки, визначимо зусилля, що повинен створити робітник у процесі закріплення деталі:

$$P_P = \frac{M_{\Pi}}{L_P} = \frac{8247}{100} = 82,5 \text{ (Н)}$$

Таке значення відповідає санітарних норм.

3.3 Проектування контрольного пристрою

Виконаємо розрахунок пристрою, який призначений для контролю зовнішньої циліндричної поверхні діаметром 50к6 мм. З огляду на форму і розмір поверхні доцільно буде використати гладку двохграничну односторонню скобу.

Розрахунок виконавчих розмірів калібру здійснюємо у відповідності до СТ СЭВ 157-75. Вихідні дані, що характеризують контрольовану поверхню, наведені в таблиці 3.1. Нормативні допуски калібру наведені в таблиці 3.2, а розрахунок виконавчих розмірів у таблиці 3.3. Схема розташування полів допусків представлена на рисунку 3.8.

Таблиця 3.1

Найменування параметра	Значення	
1. Номінальний розмір валу, мм	60	
2. Квалітет допуску	6	
3. Поле допуску	<i>n</i>	
4. Граничні відхилення розміру, мм	верхнє	+0,039
	нижнє	+0,020
5. Максимальний розмір валу, мм	60,039	
6. Мінімальний розмір валу, мм	60,020	

Таблиця 3.2 Допуски калібрів для розміру до 180 мм

у мкм

Найменування допуску	Позначення	Значення
1. Допуск нових калібрів для валу	H_1	5
2. Відхилення середини поля допуску прохідного калібру-скоби відносно найбільшого граничного розміру контрольованого валу	Z_1	4
3. Допуск контрольних калібрів для скоб	H_P	2
4. Припустимий вихід розміру зношеного прохідного калібру-скоби за межу поля допуску виробу	Y_1	3
5. Відхилення гранично зношеного прохідного калібру	EW	+42
6. Верхнє відхилення нового калібру	прохідного	+37,5
	непрохідного	+22,5
7. Нижнє відхилення нового калібру	прохідного	+32,5
	непрохідного	+17,5

Таблиця 3.3 Розрахунок виконавчих розмірів калібру для $\varnothing 60h6$

Вид калібру	Сторона калібру	Формула	Значення
Робочий	Прохідна нова	$D_{max} - Z_1 \pm H_1 / 2$	60,035 \pm 0,0025
	Прохідна зношена	$D_{max} + Y_1$	50,042
	Непрохідна	$D_{min} \pm H_1 / 2$	60,020 \pm 0,0025
Контрольний	Прохідна нова	$D_{max} - Z_1 \pm H_P / 2$	60,035 \pm 0,001
	Прохідна зношена	$D_{max} + Y_1 \pm H_P / 2$	60,043 \pm 0,001
	Непрохідна	$D_{min} \pm H_P / 2$	60,020 \pm 0,001

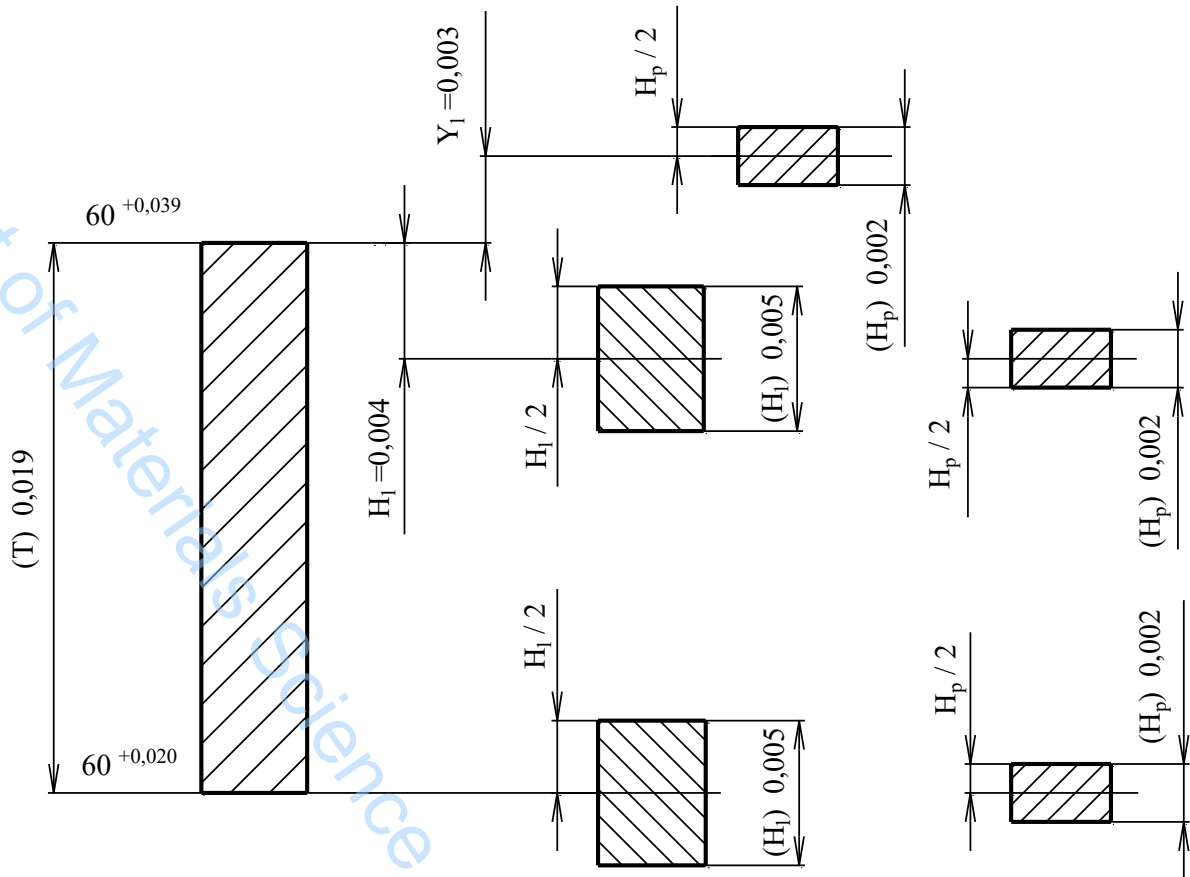


Рисунок 3.8 Схема розташування полів допусків граничних калібрів

При проектуванні робочого креслення калібру прийняті до уваги технічні вимоги, передбачені СТ СЭВ 4135-88. А саме:

- калібри повинні бути виготовлені зі сталі, що забезпечує сталість і стабільність розмірів;
- товщина цементованого шару повинна бути не менш 0,5 мм;
- твердість вимірювальних поверхонь, західних і вихідних фасок повинна бути не менше 58 HRC;
- параметр шорсткості вимірювальних поверхонь повинен становити 10% від допуску H , H_1 , H_p , H_S , але не більше R_a 0,2 мкм при допусках виробів 6-12 квалітетів; поверхні західних і вихідних фасок калібрів – R_a 1,6 мкм; поверхні конусів центрових отворів і зовнішніх конусів – R_a 0,8 мкм; поверхні отворів ручок – R_a 2,5 мкм; інші оброблювані поверхні – R_a 3,2 мкм.

Висновки

Спроектований технологічний процес механічної обробки заданої деталі дозволяє організувати ефективно виготовлення в організаційно-технічних умовах серійного виробництва.

Високу гнучкість виробництва забезпечує використання високоавтоматизованих верстатів з ЧПК. Використання таких верстатів дозволило розробити операції з високою концентрацією інструментальних переходів і зменшити кількість верстатів. У результаті, зменшується площа цеху й простої устаткування в налагодженні, оскільки розмірне налагодження інструментальних блоків здійснюється на окремій ділянці поза верстатами.

При виконанні дванадцяти операцій механічної обробки застосовуються, в основному, універсальні пристосування й сучасні інструментальні матеріали. Контроль точності основних розмірів на операціях здійснюється граничними калібрами, що зменшує простої оснащення, вартість контрольного інструмента й гарантує стабільну якість контролю.

Список посилань

1. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. -Минск.: Высшая школа, 1983.
2. ГОСТ 7505-89 Поковки стальные штампованные «Допуски размеров и припуски на механическую обработку».
3. Единая система допусков и посадок СЭВ в машиностроении и приборостроении: Справочник в 2 т.- 2-е изд. Перераб. И доп. – М.: Издательство стандартов. 1989.- Т.1. Контроль деталей. – 208 с.
4. Кащук В.А., Верещагин А.Б. Справочник шлифовщика. – М.: Машиностроение, 1988, 480 с.
5. Кодирование технологической информации: Справочное пособие/ Сост. С.Г.Пиньковский, В.Г.Олейниченко – Днепропетровск: НГУ, 2003.-24с.
6. Комплектность и правила заполнения бланков технологических документов: Методическое пособие для самостоятельной работы/ Сост. С.Г.Пиньковский, В.И.Холоша, Ю.Г.Кравченко – Днепропетровск: НГУ, 2004.-34с.
7. Кузнецов В.И., Маслов А.Р., Байков А.Н. Оснастка для станков с ЧПУ Справочник. – М.: Машиностроение, 1983, 359 с.
8. Марочник сталей и сплавов / Под ред. В.Г.Сорокина – М.: Машиностроение, 1989 –638с.
9. Обработка металлов резанием. Справочник технолога / Под ред. А.А.Панова. - М.: Машиностроение, 1988, 736 с.
10. Овумян Г.Г., Адам Я.И. Справочник зубореза – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983 – 223 с.
11. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ.- М.: Машиностроение. 1974.
12. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов. Справочник / Под ред. В.И.Баранчикова . - М.: Машиностроение, 1990, 399 с.
13. Режимы резания металлов. Справочник / Под ред. Ю.В.Барановского. М. Машиностроение, 1972, 363 с.
14. Руденко П.А., Харламов Ю.А. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. Киев.: Вища школа, 1991
15. Справочное пособие по назначению операционных припусков на механическую обработку табличным методом / Сост.: С.Г. Пиньковский, Ю.Г.Кравченко, В.Г.Олейниченко – Днепропетровск: НГАУ, 2002.-15с.
16. Технология машиностроения (специальная часть): Учебник для машиностроительных специальностей вузов / А.А.Гусев, Е.Р.Ковальчук, И.М.Колесов и др.- М.: Машиностроение, 1986, 480 с.

	31	1
--	----	---

НТУ «ДП»	ТММ.КРБ-20.ХХ.01		02070743. 01140.00709
Вал вторинний			

«Затверджую»

Головний інженер ()

« » _____ 20 р.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС

МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

Трактор ЮМЗ-6КЛ

ПОГОДЖЕНО:

Метрол. контроль _____ ()

Вед. технолог _____ ()

Н. контроль _____ ()

Акт № _____ від « _____ » _____ 20 р.

Підпис _____

Гол. спеціаліст _____ ()

Нач. техбюро _____ ()

Розробник _____ (Трегубенко)

Дубл.			
Зам.			
Подл.			

Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------	-----	------	----------	--------	------

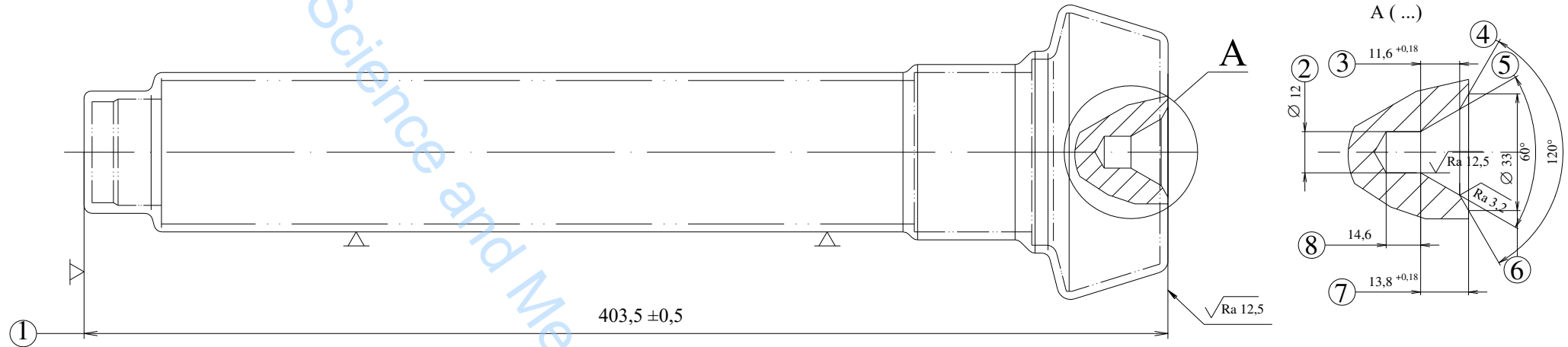
02070743.60146.04101

2

1

Розроб.	Трегубенко			НТУ «ДП»	ТММ.КРБ-20.ХХ.01			02070743.20146.04101			
Н. контр.				Вал вторинний				20	2	20	05

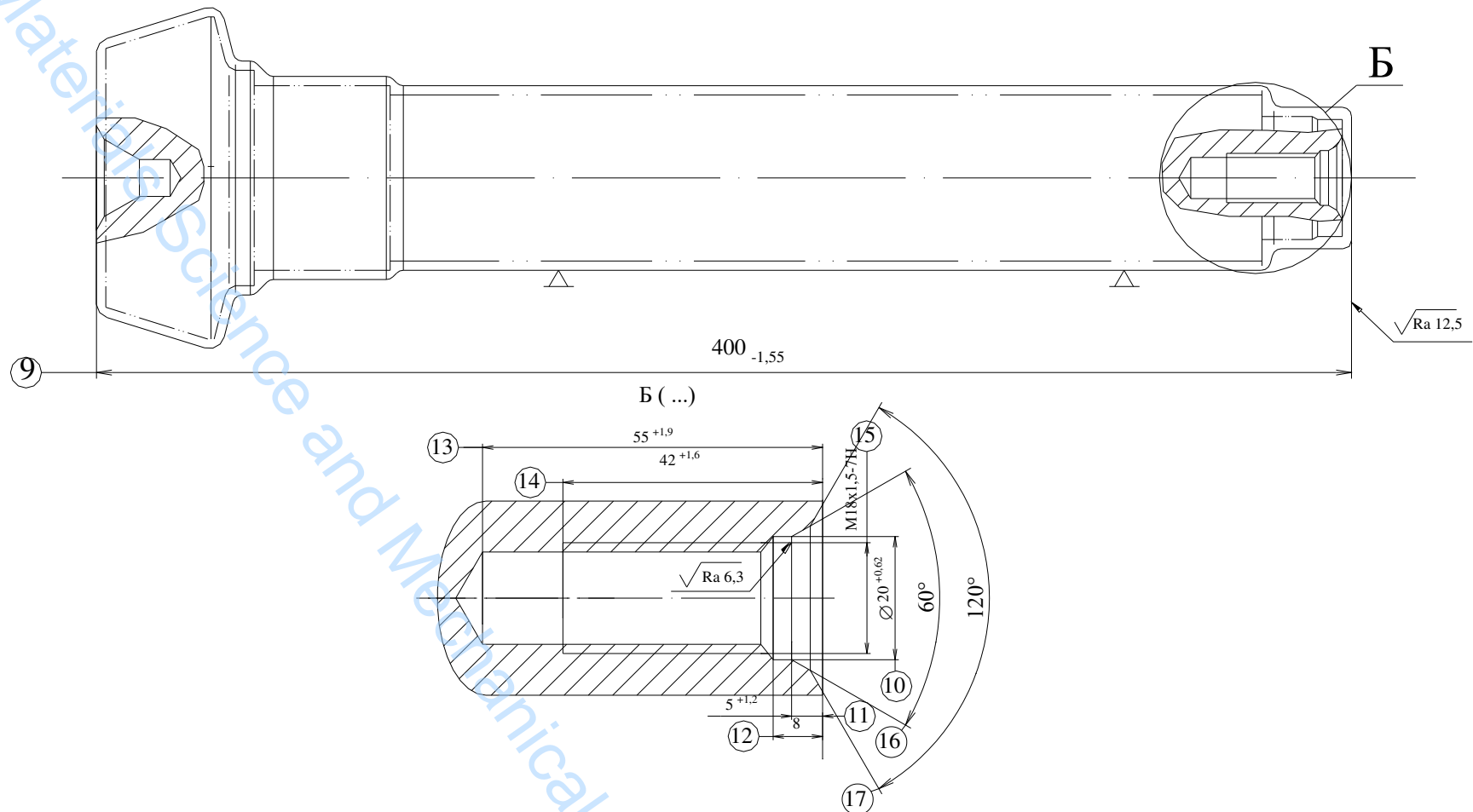
Позиція 1



Дубл.	Зам.	Подл.	Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата
										02070743.10140.00041		2
										ТММ.КРБ-20.ХХ.01	02070743.60140. 04101	05
Р	ПІ	Д або В, мм	L, мм	t, мм	i	S, мм/об	n, об/хв	V, м/хв				
01	Позиція 2											
О 02	52. Фрезерувати лівий торець, витримуючи розмір 9										0,1	1,15
Т 03	1	100	85	53,5	1	54	224	81,6				
04												
О 05	6. Свердлувати отвір під різьблення, витримуючи розміри 13, 15($\varnothing 16,5^{+0,15}$)										0,3	0,8
Т 06	291419, Втулка 191831072 ТУ2 035-978-85; 282412, Свердел 2301-0199 ГОСТ 19903-77;											
Т 07	414000, Калібр-пробка 8133-0931 $\varnothing 16,5^{+0,15}$ ГОСТ 14810-69											
Р 08	3	16,5	61	8,25	1	250	500	15,7				
09												
О 10	7. Зенкерувати отвір витримавши розмір 10,12										0,3	0,12
Т 11	291419, Втулка 191831072 ТУ2 035-978-85; 282443, Зенкер 035-2323-0015 ТУ2 035-926-83;											
Т 12	414000, Калібр-пробка 8133-0934 $\varnothing 20$ Н11 ГОСТ 14810-69											
Р 13	4	20	8	2	1	40	400	19,8				
14												
О 15	8. Зенкувати конус, витримуючи розмір 17										0,2	0,12
Т 16	291419, Втулка 191831072 ТУ2 035-978-85; 282464, Зенковка 2353-0147 ГОСТ 14953-80; 417000, Шаблон $\angle 120^\circ$											
Р 17	5	33	2,2	2	1	40	400	19,8				
18												

Дудл.															
Зам.															
Подл.															
				Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		
												02070743.60146.04101	2		
								ТММ.КРБ-20.ХХ.01			02070743.20146.04101		05		

Позиція 2



Дубл.			
Зам.			
Подл.			

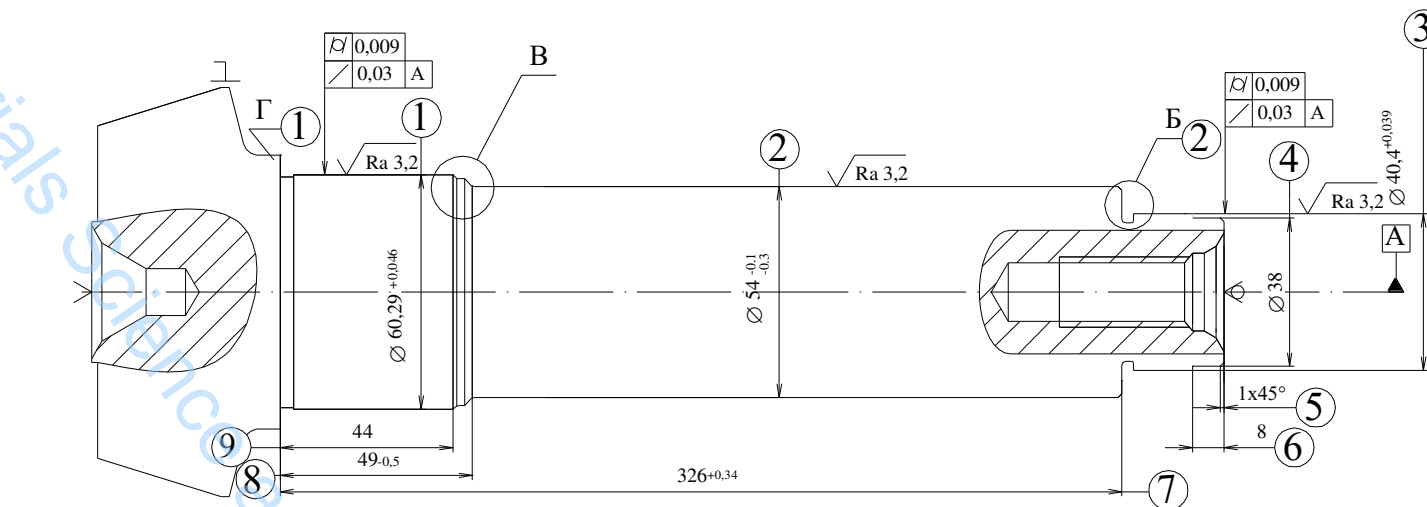
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------	-----	------	----------	--------	------

02070743.60146.04102

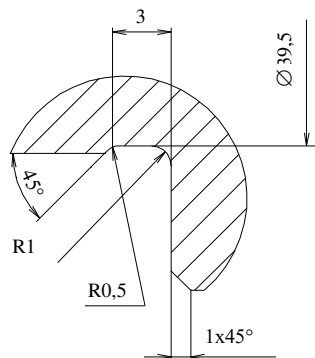
1

1

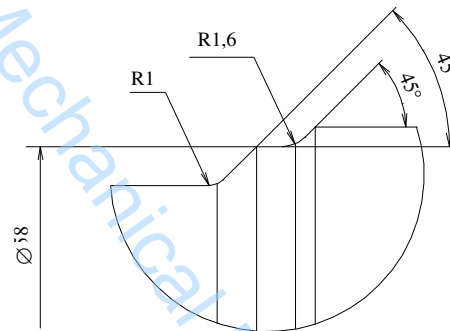
Розроб.	Трегубенко			НТУ «ДП»	ТММ.КРБ-20.ХХ.01			02070743.20146.04102			
Н. контр.				Вал вторинний				20	1	5	10



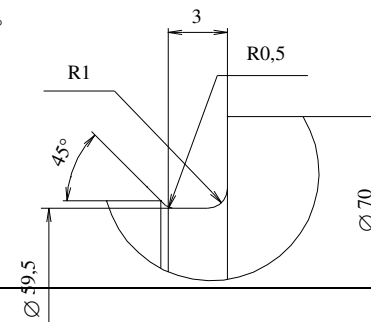
Б (5:1)



Б (5:1)



Г (5:1)



Дубл.			
Зам.			
Подл.			

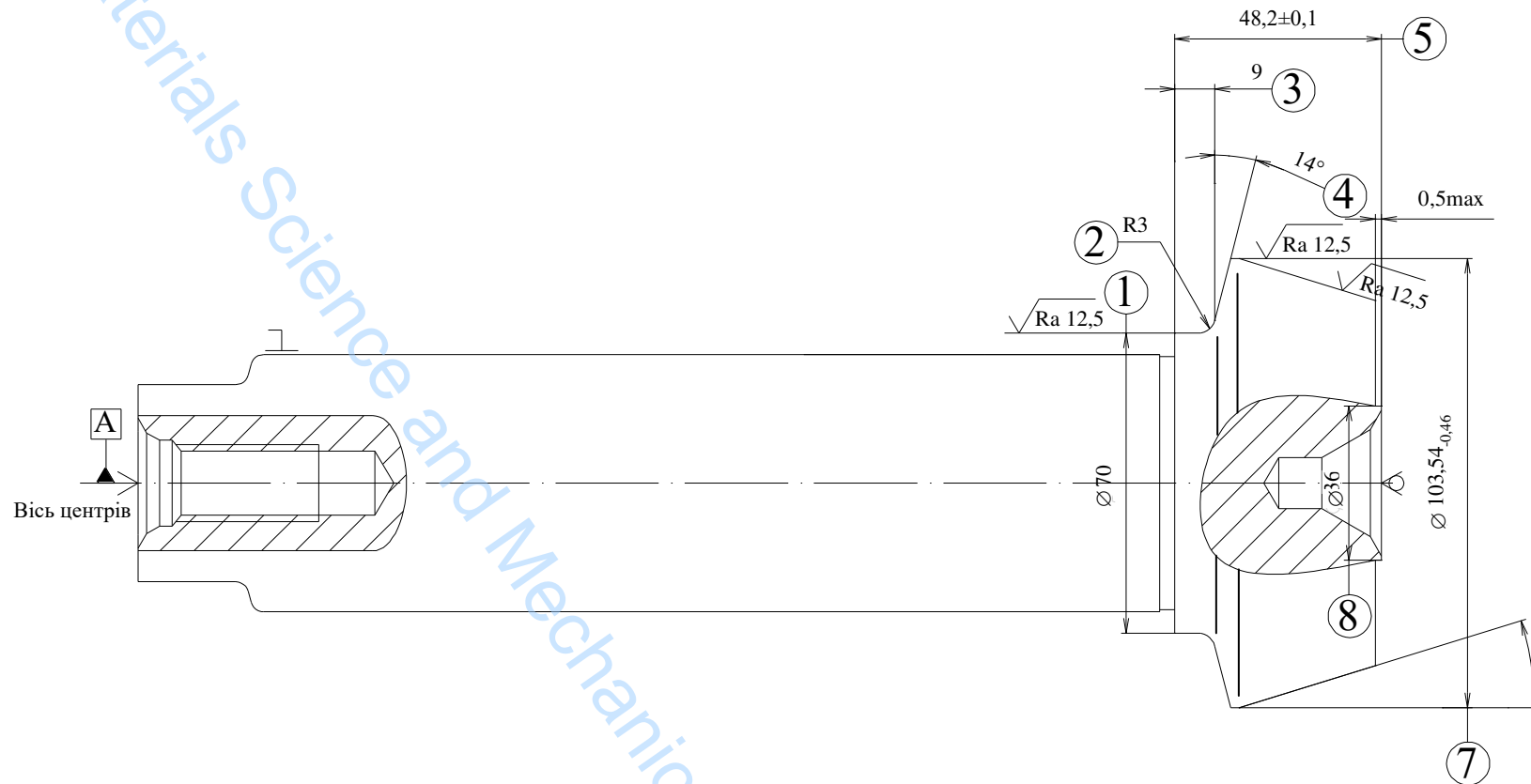
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------	-----	------	----------	--------	------

02070743.60146.04103

1

1

Розроб.	Трегубенко			НТУ «ДП»	ТММ.КРБ-20.ХХ.01			02070743.20146.04103			
Н. контр.				Вал вторинний				20	1	18	15



Дубл.			
Зам.			
Подл.			

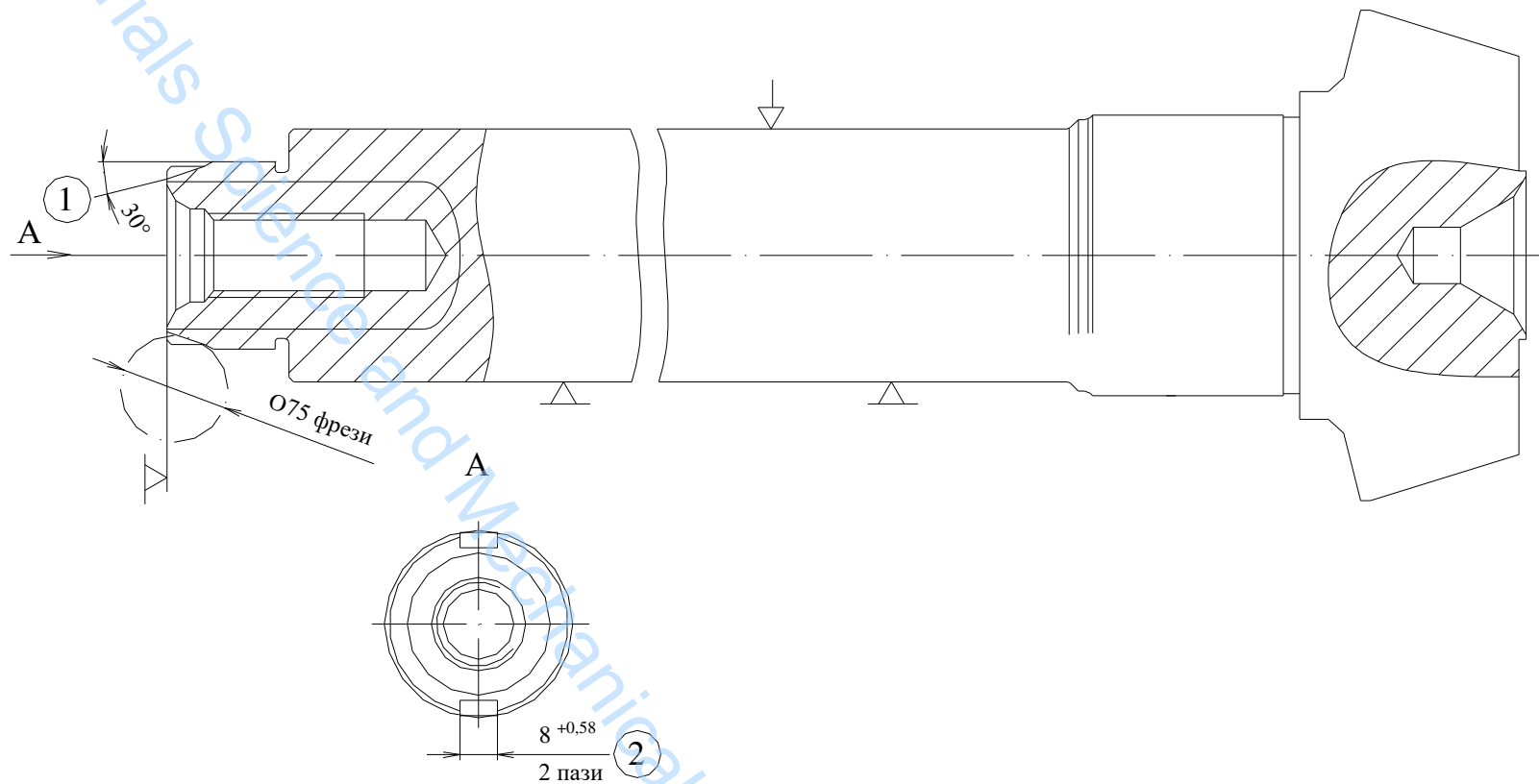
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------	-----	------	----------	--------	------

02070743.60140.04104

1

1

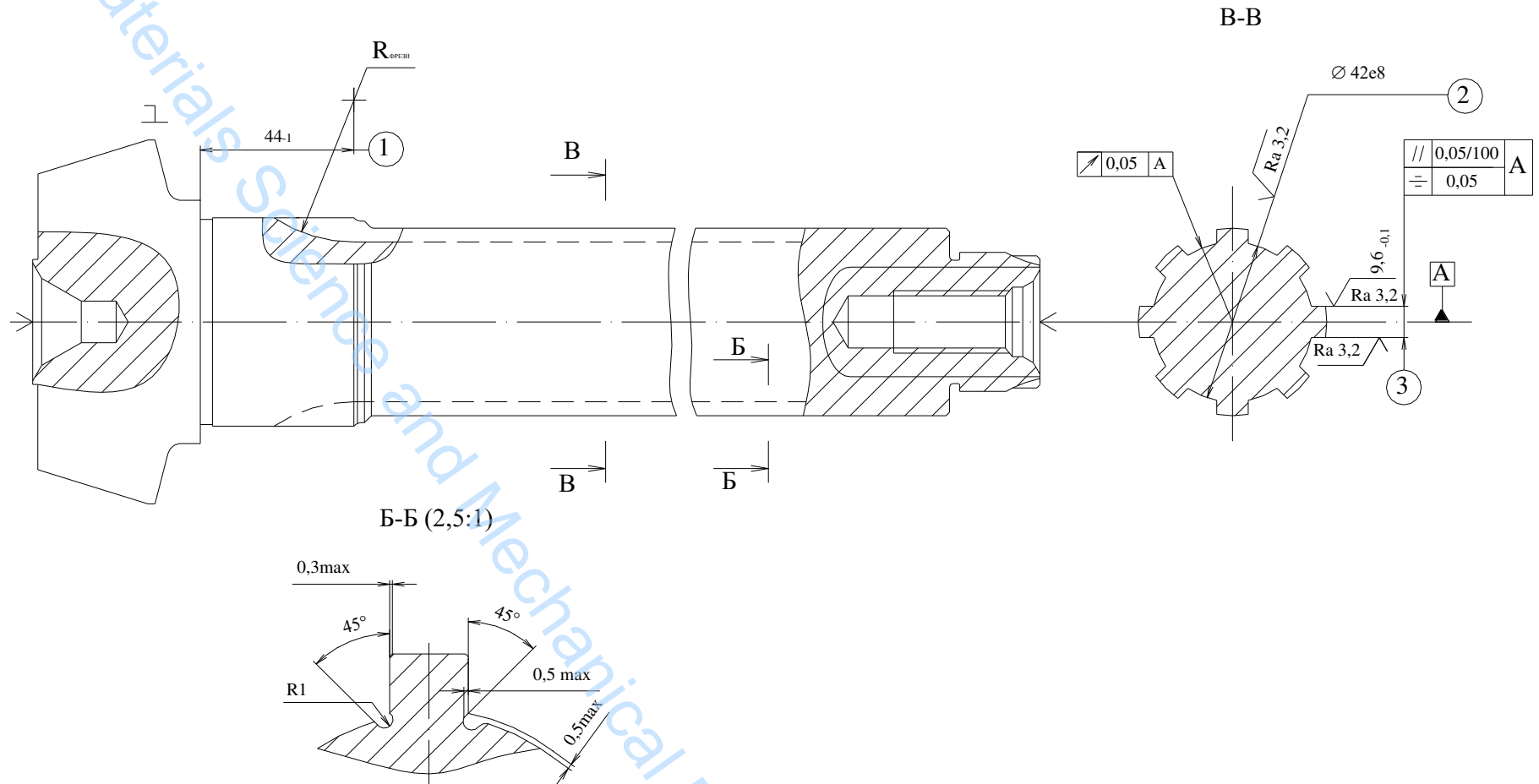
Розроб.	Трегубенко			НТУ «ДП»	ТММ.КРБ-20.ХХ.01			02070743.20140.04104			
Н. контр.				Вал вторинний				20	1	18	20



Дубл.			
Зам.			
Подл.			

Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата
							02070743.60140.04105		
								1	1

Розроб.	Трегубенко			НТУ «ДП»	ТММ.КРБ-20.ХХ.01			02070743.20140.04105					
								20	4	92	25		
Н. контр.				Вал вторинний									



Дубл.			
Зам.			
Подл.			

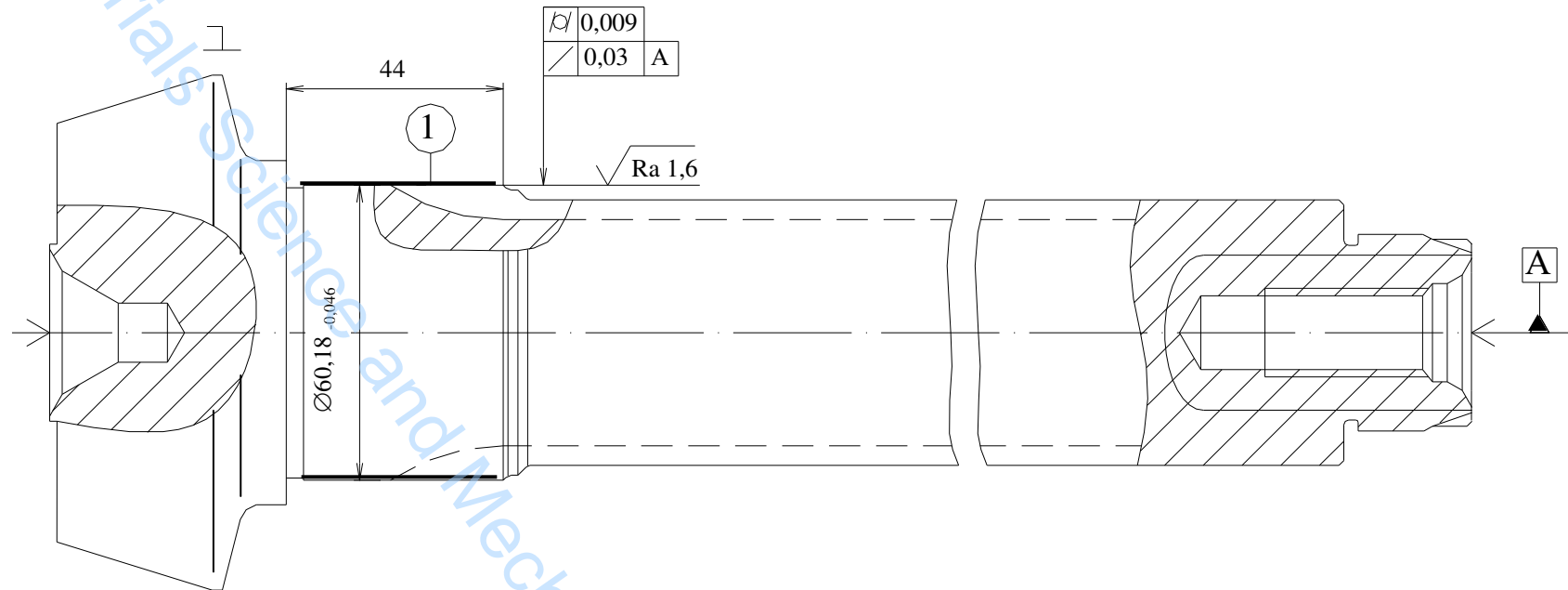
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------	-----	------	----------	--------	------

02070743.60140.04106

1

1

Розроб.	Трегубенко			НТУ «ДП»	ТММ.КРБ-20.ХХ.01			02070743.20140.04106			
Н. контр.				Вал вторинний				20	5	101	30



Дубл.			
Зам.			
Подл.			

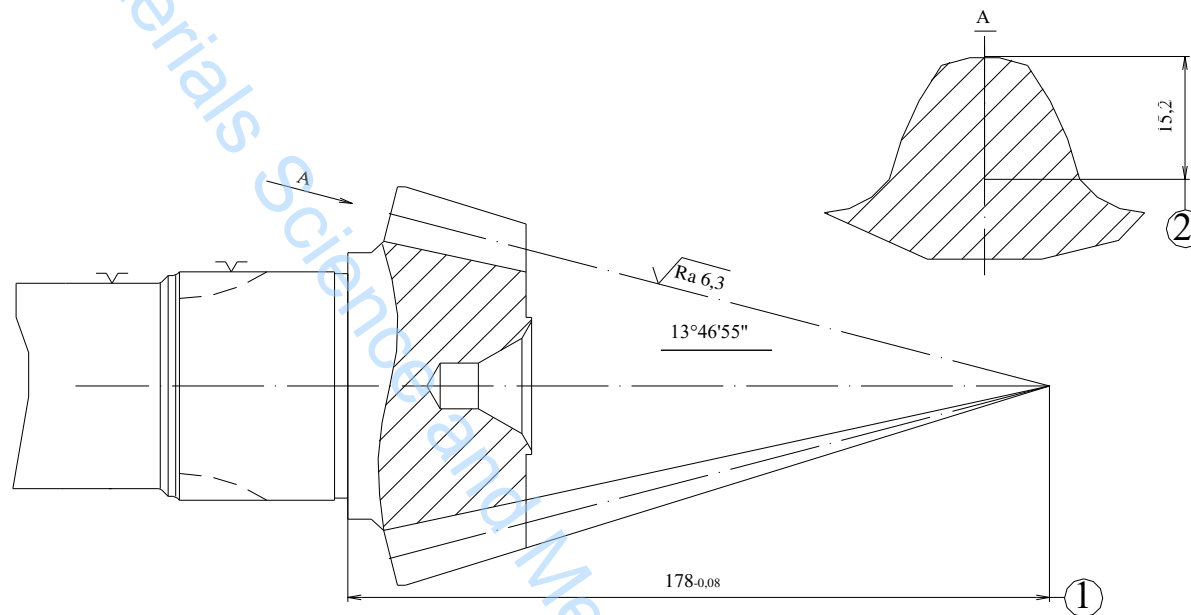
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------	-----	------	----------	--------	------

02070743.60140.04108

1

1

Розроб.	Трегубенко			НТУ «ДП»	ТММ.КРБ-20.ХХ.01			02070743.20140.04108			
Н. контр.				Вал вторинний				20	3	67	40



Середній нормальний модуль	m_n	6,5
Число зубів	z	13
Тип зуба	-	круговий
Середній кут нахилу зуба	?	0°
Напрямок зуба	-	лівий
Осьова форма зуба за ГОСТ 19325-73	-	
Вихідний контур за ГОСТ 16202-70	-	
Коефіцієнт зміщення	x_n	0,55
Коефіцієнт зміни товщини зуба	x_γ	0,06
Кут ділального конуса	δ	13°46'55"
Номінальний діаметр зуборізної головки	d_0	304,8
Степінь точності за ГОСТ 1758-81	-	8-С
Гарантований бічний зазор в парі	$j_{n \min}$	0,200
Допуск на коливання бічного зазору	F_{vj}	0,09
Міжосьовий кут передачі	Σ	90°
Теоретична товщина зуба по початковому колу	S_{xn}	12,53
Зовнішня висота зуба	h_e	14,9
Позначення парного зубчатого колеса	-	40-2403021

Дубл.			
Зам.			
Подл.			

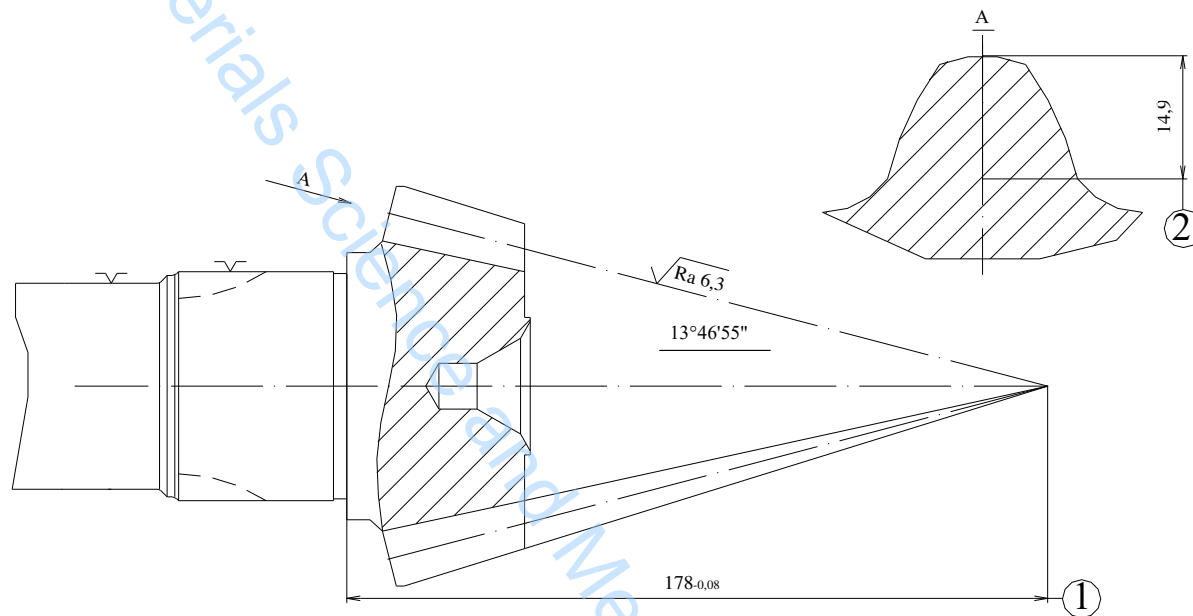
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------	-----	------	----------	--------	------

02070743.60140.04109

1

1

Розроб.	Трегубенко			НТУ «ДП»	ТММ.КРБ-20.ХХ.01			02070743.20140.04109			
Н. контр.				Вал вторинний				20	3	69	45



Середній нормальний модуль	m_n	6,5
Число зубів	z	13
Тип зуба	-	круговий
Середній кут нахилу зуба	?	0°
Напрямок зуба	-	лівий
Осьова форма зуба за ГОСТ 19325-73	-	
Вихідний контур за ГОСТ 16202-70	-	
Коефіцієнт зміщення	x_n	0,55
Коефіцієнт зміни товщини зуба	$x_?$	0,06
Кут ділального конуса	δ	13°46'55"
Номинальний діаметр зуборізної головки	d_0	304,8
Степінь точності за ГОСТ 1758-81	-	8-С
Гарантований бічний зазор в парі	$j_{n \min}$	0,200
Допуск на коливання бічного зазору	F_{vj}	0,09
Міжосьовий кут передачі	Σ	90°
Теоретична товщина зуба по початковому колу	S_{xn}	12,53
Зовнішня висота зуба	h_e	14,9
Позначення парного зубчатого колеса	-	40-2403021

Дубл.			
Зам.			
Подл.			

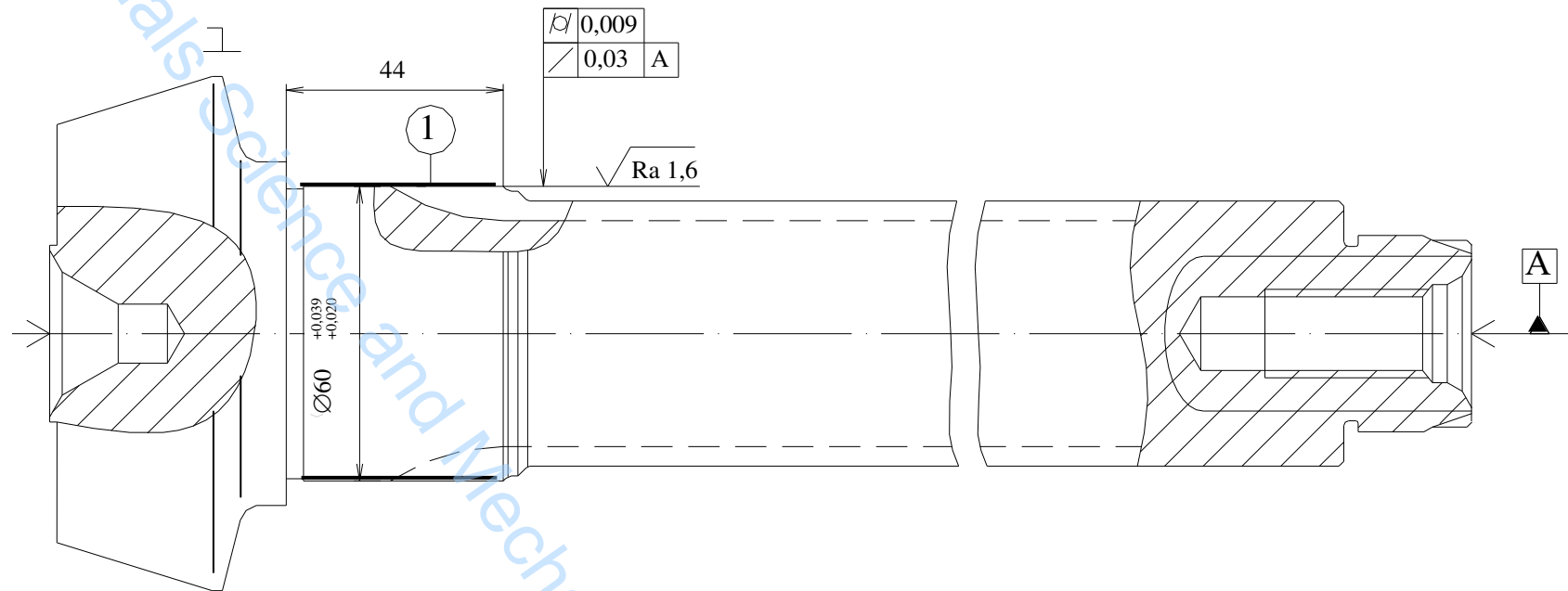
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------	-----	------	----------	--------	------

02070743.60140.04112

1

1

Розроб.	Трегубенко			НТУ «ДП»	ТММ.КРБ-20.ХХ.01			02070743.20140.04112			
Н. контр.				Вал вторинний				20	3	103	65



Дубл.			
Зам.			
Подл.			

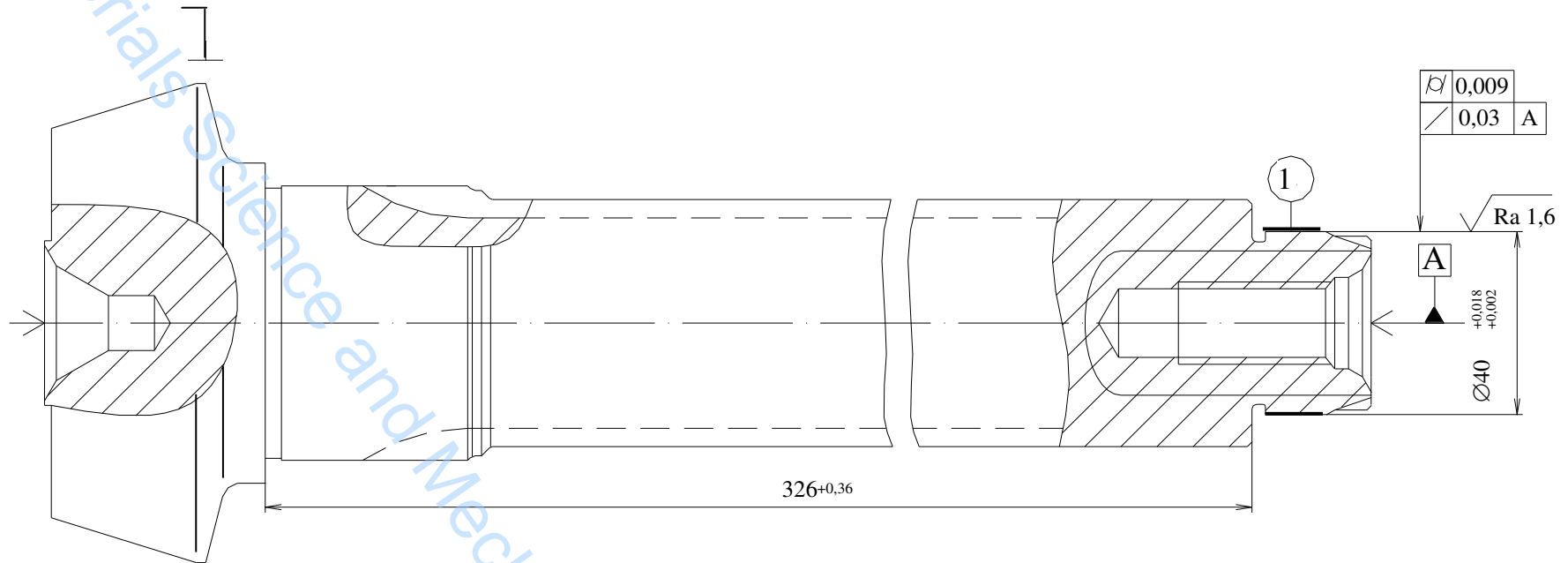
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------	-----	------	----------	--------	------

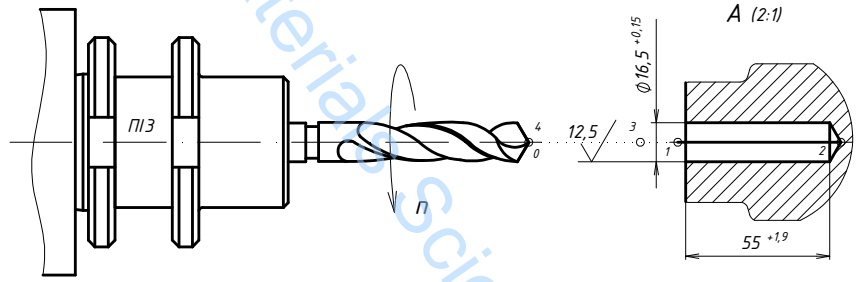
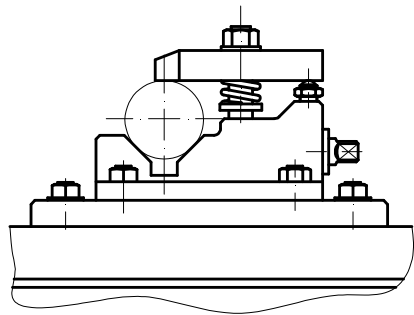
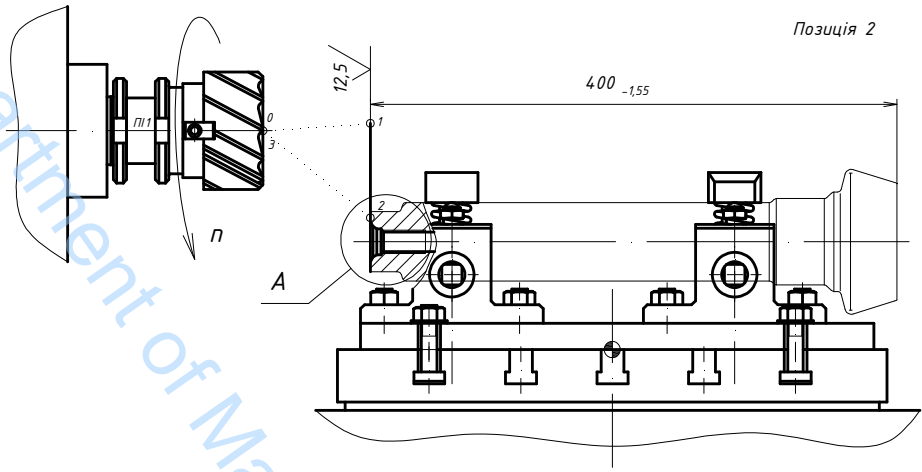
02070743.60140.04113

1

1

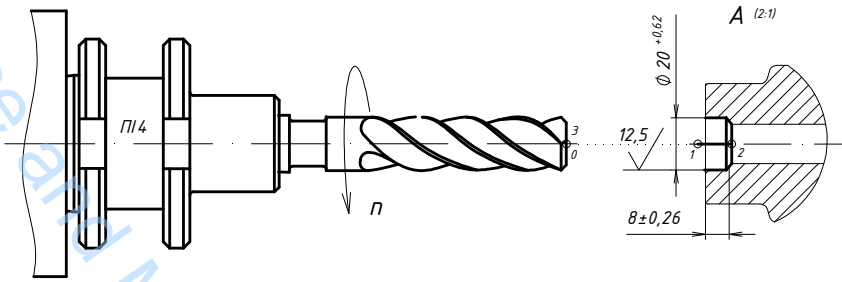
Розроб.	Трегубенко			НТУ «ДП»	ТММ.КРБ-20.ХХ.01			02070743.20140.04113			
Н. контр.				Вал вторинний				20	3	105	70



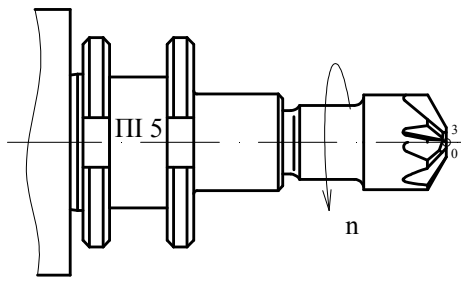


ПІЗ	Інструмент	Свердел 2301-0199 ГОСТ 19903-77
	Оснащення	Втулка 191831072 ТУ2 035-978-85
	Параметри процесу різання	V, м/хв л, об/хв s, мм/хв T _о , хв T _в , хв

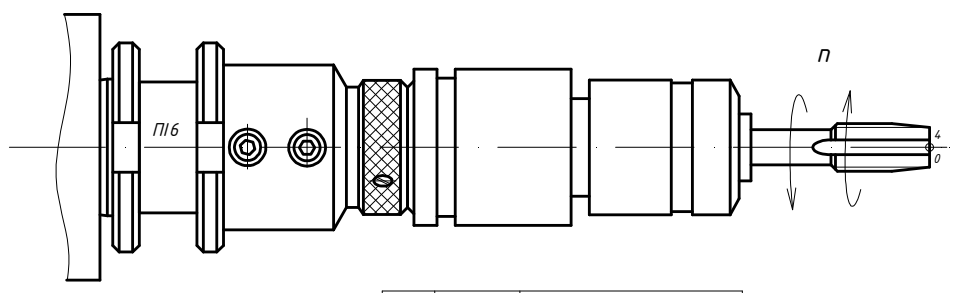
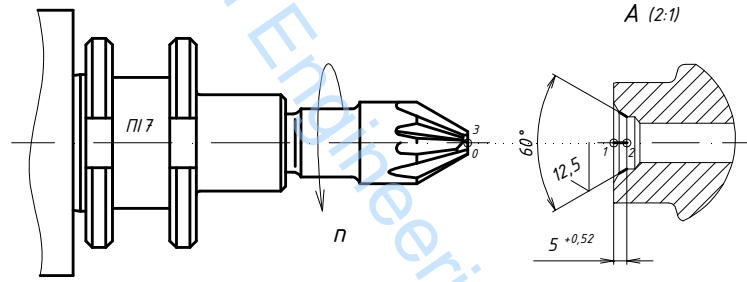
ПІ4	Інструмент	Зенкер 035-2323-0015 ТУ 2-035-926-83
	Оснащення	Втулка 191831072 ТУ2 035-978-85
	Параметри процесу різання	V, м/хв л, об/хв s, мм/хв T _о , хв T _в , хв



ПІ5	Інструмент	Зенковка 2353-0147 ГОСТ 14953-80
	Оснащення	Втулка 191831073 ТУ2 035-978-85
	Параметри процесу різання	V, м/хв л, об/хв s, мм/хв T _о , хв T _в , хв



ПІ7	Інструмент	Зенковка 2353-0124 ГОСТ 14953-80
	Оснащення	Втулка 191831072 ТУ2 035-978-85
	Параметри процесу різання	V, м/хв л, об/хв s, мм/хв T _о , хв T _в , хв

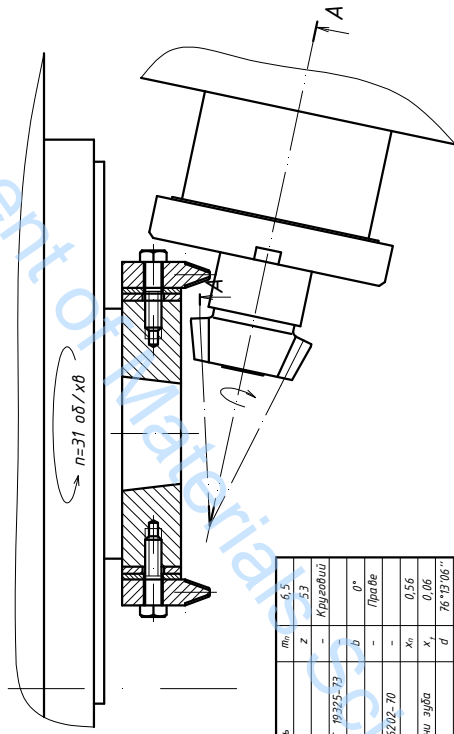


ПІ6	Інструмент	Мітчик 035-2620-0561 ОСТ 2152-1-74
	Оснащення	Патрон 191221030 ТУ2 035-681-79 Тримач 9112041 ТУ2 035-763-80
	Параметри процесу різання	V, м/хв л, об/хв s, мм/хв T _о , хв T _в , хв

Операція 45, Зубооброблююча

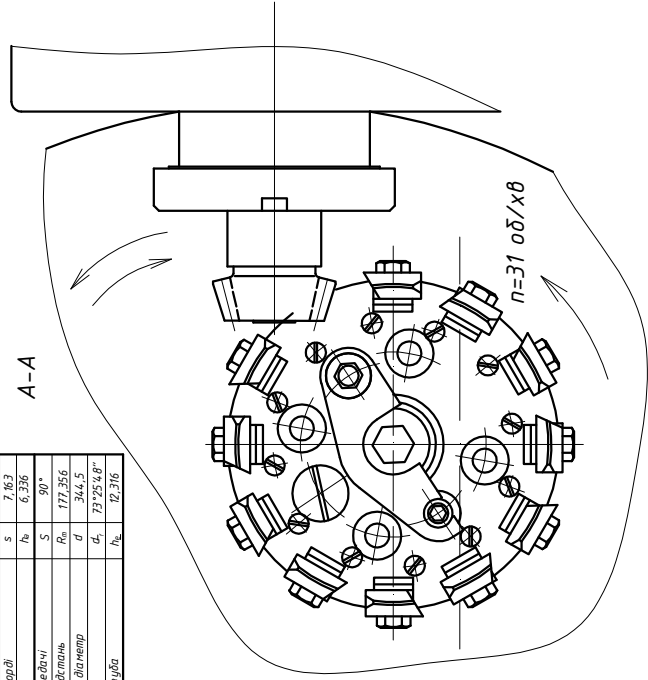
Верстат 5С270П

$T_0 = 11,0 \text{ хв}$, $T_0 = 1,5 \text{ хв}$, $T_{пз} = 20 \text{ хв}$, $T_{шк} = 12,5 \text{ хв}$



Сервісний нормальний модуль	m	6,5
Кількість зубів	Z	53
Тип зуба		Круговий
Основа форма зуба за ГОСТ 19325-73		
Сервісний кут нахилу зуба	β	
Напрямок лінії зуба		Пряме
Видний контур за ГОСТ 16202-70		
Коефіцієнт зміщення	x	0,56
Коефіцієнт зміщення тандемних зубів	x_2	0,06
Кут відхилення конусу	δ	$76^{\circ}13'06''$
Номінальний діаметр зрізаної головки	d_0	302,8
Ступінь точності за ГОСТ 1758-81		8-C
Товщина зуба по хорді	s	7,163
Висота до хорди	h_s	6,336
Міжвісний кут передачі	S	90°
Сервісна конуса відстань	R_0	177,356
Сервісний діаметр діаметр	d	344,5
Кут конусу впадин	α	$73^{\circ}25'48''$
Зовнішня висота зуба	h_a	12,316

A-A



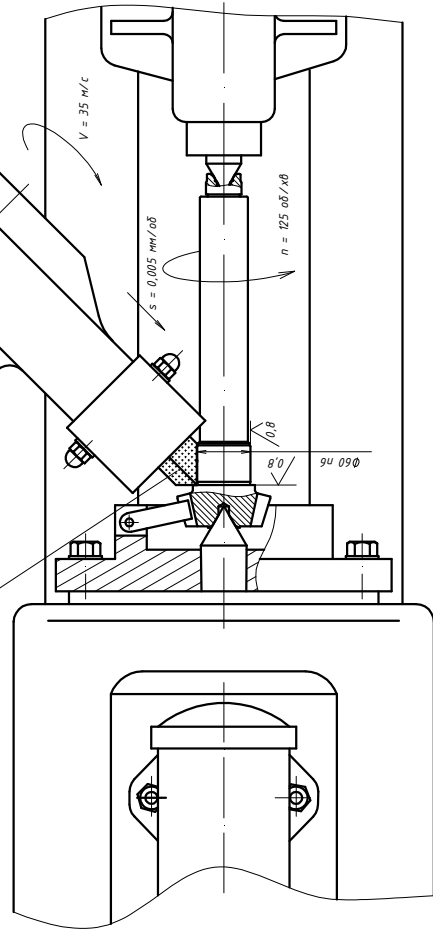
ТММ.ОПБ.20.02.05			
Зв.Метод	Ж.Діагн.	Тех.н.	Відп.
Лінійн.	Розроблен.	Прийнято	
Генер.			
Н.Контр.			
З.Контр.			
НТУ "ДП"			

Операція 65, Шліфувальна

Верстат 3Т161

$T_0 = 1,5 \text{ хв}$, $T_0 = 0,47 \text{ хв}$, $T_{пз} = 19 \text{ хв}$, $T_{шк} = 2,5 \text{ хв}$

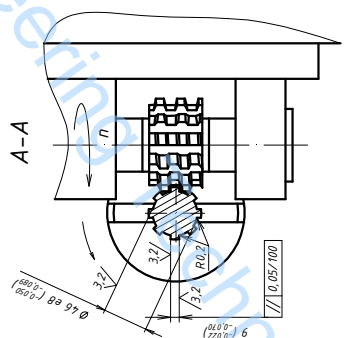
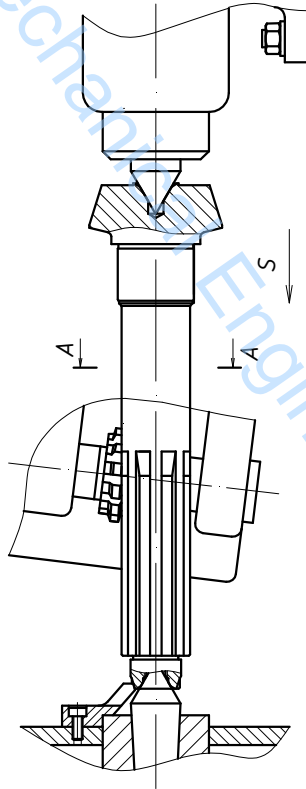
Крупе ПП 750х50х305 24.А 25 С2 К ГОСТ 2424-83



Операція 25, Шліфрезерувальна

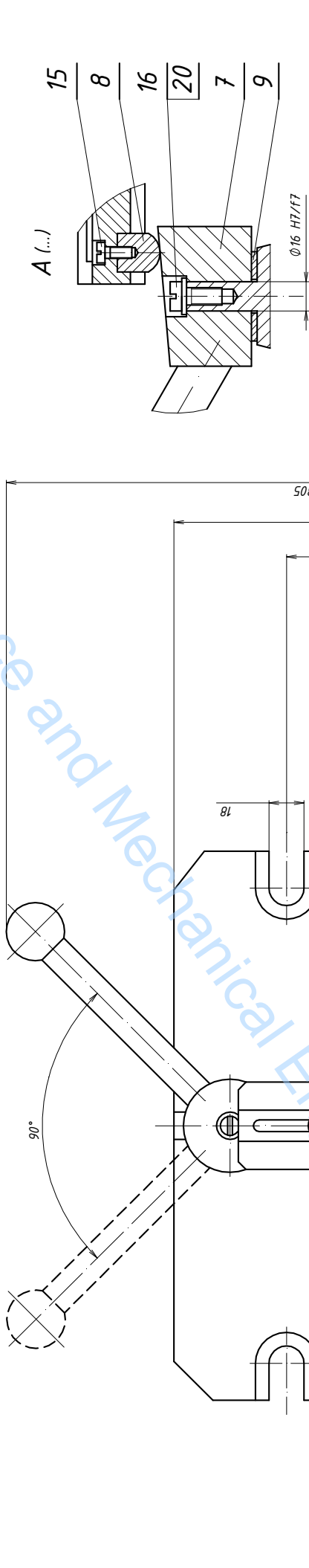
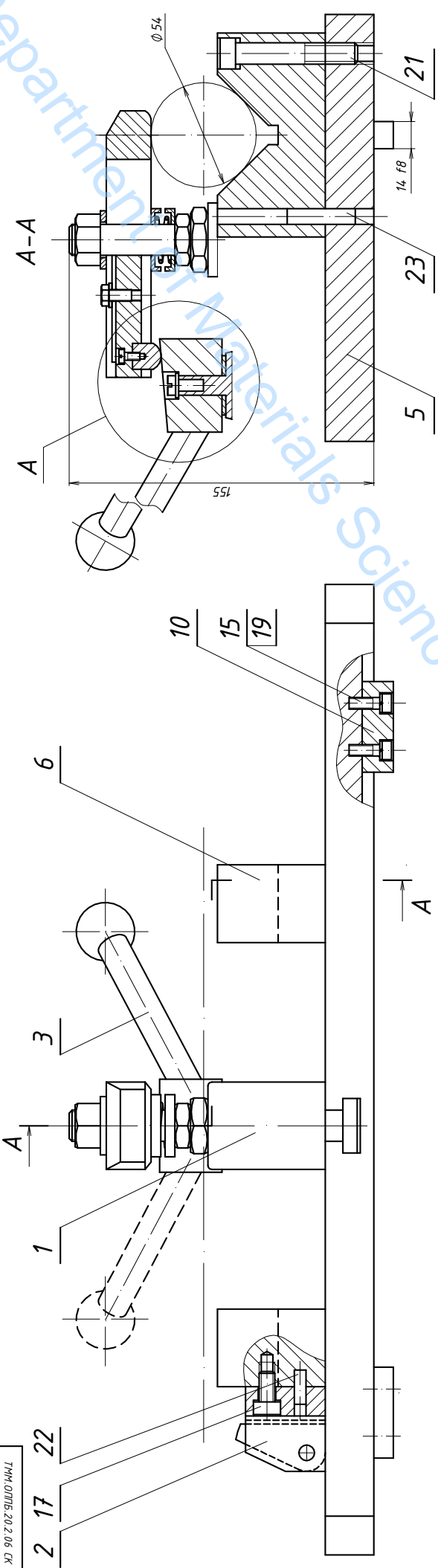
Верстат 5350

$T_0 = 21,7 \text{ хв}$, $T_0 = 0,55 \text{ хв}$, $T_{пз} = 34 \text{ хв}$, $T_{шк} = 30,5 \text{ хв}$



Інструмент	Фреза	2520-0752 ГОСТ 8027-86
Одпашення	Оправа	6.225-0.039 ГОСТ 1506.7-75
Параметри	$V, \text{ м/с}$	35
Розміри	$n, \text{ об/хв}$	125
	$s, \text{ мм/об}$	0,005
	$T_0, \text{ хв}$	1,5
	$T_{пз}, \text{ хв}$	19
	$T_{шк}, \text{ хв}$	2,5

ТММ.ОПБ.20.02.04			
Зв.Метод	Ж.Діагн.	Тех.н.	Відп.
Лінійн.	Розроблен.	Прийнято	
Генер.			
Н.Контр.			
З.Контр.			
НТУ "ДП"			



Технічна характеристика

1. Зусилля затиску 3540 Н
2. Зусилля на рукоятці 63 Н
3. Призначено для використання на верстаті 6Р81

Технічні вимоги

1. Розміри для довідок.
2. Непаралельність спільної: вісі призм опорної площині не більше 0,1 мм на довжині 100 мм.
3. Вільне переміщення рукоятки ексцентрика в секторі 90° забезпечити шляхом підбору товщини шайби поз.7.
4. Поверхні тертя покрити ЦИАТИМ-203 ГОСТ 8773-73.

ТММ ОПЛБ 20.02.06 СК	
Лист	Кількість
1	1
Присприй спеціальний	
Складальне креслення	
НТУ "ДП"	