

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

на тему: Розробка та інженерне обґрунтування конструкцій і технологій виготовлення валу лебідки механізму підйому стріли екскаватора ЕКГ 4,6 з використанням методів прикладної механіки на основі CAD/CAM систем

Виконав: здобувач
групи ПМ-21ск
Бура О.В.
Керівник випускної роботи:
д. т. н., професор
Кіяновський М.В.

м.Кривий Ріг
2024 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

на тему: Розробка та інженерне обґрунтування конструкцій і технологій виготовлення валу лебідки механізму підйому стріли екскаватора ЕКГ 4,6 з використанням методів прикладної механіки на основі CAD/CAM систем

Виконав здобувач гр. ПМ-21ск

(підпис)

Бура О.В

Керівник КБР

(підпис)

Кіяновский М.В.

Нормоконтроль

(підпис)

Рязанцев А.О.

Завідувач кафедри

(підпис)

Нечаєв В.П.

Криворізький національний університет
Факультет: механічної інженерії та транспорту
Кафедра: технології машинобудування
Ступінь вищої освіти: бакалавр
Спеціальність: 131 Прикладна механіка

Затверджую
Зав. кафедри професор д. т. н., Кіяновський М.В.

(підпис)

(дата)

ЗАВДАННЯ на кваліфікаційну бакалаврську роботу

Здобувач гр. ПМ-21ск Бура Олександр Васильович

1. Тема: Розробка та інженерне обґрунтування конструкцій і технологій виготовлення валу лебідки механізму підйому стріли екскаватора ЕКГ 4,6 з використанням методів прикладної механіки на основі CAD/CAM систем

Керівник проекту: професор д. т. н., Кіяновський М.В.

Затверджена наказом по КНУ № _____ від «__» _____ 2024 р.

2. Термін подання здобувачем закінченої роботи _____ р.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Конструкторсько-технологічне завдання. 2. Тема науково дослідної роботи.

4. Зміст пояснювальної записки: 1. Конструкторсько-технологічна частина (Проектування заготівки. Проектування технологічного процесу. Проектування технологічного оснащення. Техніко-економічне обґрунтування технічних рішень.)
Безпека життєдіяльності. 2. Науково-дослідна частина.

5. Перелік графічного матеріалу: 1. Креслення деталі 2. Креслення ескізів операцій 3. Креслення верстатно-інструментального налагодження 4. Креслення технологічного оснащення 5. Креслення науково-дослідної частини

6. Календарний план:

№ з/п	Етапи виконання кваліфікаційної роботи бакалавра	Термін виконання
1.	Розробка та узгодження технічного завдання	
2.	Технічне завдання та аналіз вихідних даних	
3.	Призначення об'єкту виробництва	
4.	Проектування заготовки	
5.	Креслення заготовки	
6.	Проектування технологічного процесу	
7.	Креслення деталі	
8.	Креслення ескізів операцій	
9.	Розробка розрахунково-технологічної карти	
10.	Креслення верстатно-інструментального налагодження на верстат з ЧПК	
11.	Карті технологічної документації	
12.	Проектування технологічного оснащення	
13.	Креслення верстатного та контрольного пристроїв	
14.	САПР (технологічний або конструкторський)	
15.	Техніко-економічні розрахунки	
16.	Науково-дослідна робота	
17.	Організаційно-економічна підготовка виробництва.	
18.	Висновки	
19.	Оформлення РПЗ	
20.	Попередній захист	

Дата видачі завдання: « ____ » _____ 2024 р.

Завдання видав керівник КБР _____

/Кіяновский М.В./

Завдання отримав
здобувач освіти _____

/Бура О.В./

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту: 111 стор., 35 малюнків, 46 таблиць, 7 креслень, 11 додатки, технологічні процеси виготовлення деталей шестірня й фланець.

Ціль роботи: Розробка та інженерне обґрунтування конструкцій і технологій виготовлення валу лебідки механізму підйому стріли екскаватора ЕКГ 4,6 з використанням методів прикладної механіки на основі CAD/CAM систем. Обраний тип виробництва, розробили маршрутний і операційний технологічний процес, спосіб одержання заготівлі, устаткування й різальний інструмент, розраховані й обрані припуски на обробку, і режими різання. Сконструйовані й розраховані верстатні й контрольні пристосування.

У результаті проведеного техніко-економічного аналізу показана ефективність розробленого варіанту технологічного процесу. Виконаний технічний процес редуктора валу лебідки підйому стріли екскаватора. Автоматизовані окремі складові технологічного процесу. Розроблені заходи щодо безпеки роботи на спроектованій ділянці.

ABSTRACT

Explanatory note to the diploma project: 111 pages, 35 figures, 46 tables, 7 drawings, 11 annexes, technological processes for the manufacture of gear and flange parts.

Purpose of work: Development and engineering substantiation of designs and technologies for manufacturing the winch shaft of the boom lifting mechanism of the excavator ECG 4.6 using applied mechanics methods based on CAD/CAM systems. The type of production is selected, the route and operational technological process, the method of obtaining the workpiece, equipment and cutting tools are developed, machining allowances and cutting modes are calculated and selected. Machine tools and control devices were designed and calculated.

As a result of the technical and economic analysis, the effectiveness of the developed version of the technological process is shown. The technical process of the gearbox of the shaft of the winch for lifting the excavator boom has been carried out. Individual components of the technological process are automated. Safety measures for work at the designed site have been developed

ЗМІСТ

Вступ

- 1 Аналіз службового призначення машини, вузла та деталі
 - 1.1 Призначення об'єкту виробництва, як елементу вузла, механізму машини з характеристикою будови, принципів роботи, характеристикою кінематичних та силових ланцюгів машини
 - 1.2 Розрахунок передач (черв'ячної, циліндричної чи конічної) (із застосуванням САD систем)
 - 1.3 Розрахунок реакцій опор валу і побудова епюр згинаючих та крутних моментів на валу (з застосуванням САD САЕ систем)
 - 1.4 Визначення та прогнозування експлуатаційних властивостей об'єкту виробництва
- 2 Аналіз службового призначення деталі
 - 2.1 Аналіз якості поверхонь деталей
 - 2.2 Технічний контроль робочого креслення, виконаного в САD системі
 - 2.3 Аналіз технологічності деталі
 - 2.4 Вибір та економічне обґрунтування способу отримання заготовки
 - 2.5 Вибір методів обробки
 - 2.6 Вибір конструкторських, технологічних і вимірювальних баз
 - 2.7 Оцінка надійності технологічних систем по параметрам точності
 - 2.8 Розробка маршрутно-операційної технології обробки деталі
 - 2.9 Вибір технологічного устаткування. Розрахунок приводу
 - 2.10 Вибір верстатного оснащення
 - 2.11 Вибір ріжучого та допоміжного інструменту
 - 2.12 Вибір засобів технічного контролю
 - 2.13 Моделювання та програмування операцій механічної обробки за допомогою САD САМ систем
- 3 Організаційно-економічна підготовка виробництва
 - 3.1 Охорона праці та екологія виробництва
 - 3.2 Оцінка техніко-економічної ефективності виробництва
 - 3.3 Організація виробництва із застосуванням сучасних технологічних рішень (науково- дослідна частина)

Висновки

Список використаних джерел

					<i>КНУ.КБР.131.24.1-02.3</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Бура</i>			<i>Зміст</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Кіянівський</i>					<i>1</i>	<i>1</i>
<i>Н. Контр.</i>		<i>Рязанцев</i>			<i>Каф. ПМ. гр. ПМ-21ск</i>			
<i>Затвердив</i>		<i>Нечаєв</i>						

ВСТУП ДО ПРОЕКТУ

Рзвиток народного осподарства визначається технологічним прогресом машиобудування . Для народного госпфдарства еобхідне збільшеня випуску продукції машинобудвання й підвищення його ясті. Цей ріст виробляється за рахнок інтенсфкації вирониутва на підстві широкого ви ори стання досягнень науки й техніки , прогресси вних технологій. Підвищення ефектиності вирбництва можливо лхом й ого автоматзації ймеханізаці ї, оснащення високопродуктивнии верстатами зі ЧПУ, промисловими роботами, утворення гнучких виробнх систем.

Технологічний процес у машнобудуванні характеризується не тільки поліпшенням кнсту кці машин, й езпере евнимудосконаленням технології їхнього виробництва . Валиво якіно, ощадливо й у заданий строк з мінімальними витратами праці виготовити машину.

Завдяки розвитку нових проесивних технологічних процесів обробки виникає необхідність у к онсуююванні більше сучасних машин і зниження їхньої собілварості

Актуальним завданням є підвищення якості й точності машин, що випускають. У машинобудуванні тоніть має велик значаення для підвищення експлуатаційної якості машин

Забезпеченя зааної точості - відповідальне завання конструкторів, а її технологічне забезпечення при мінмалний витратах - основне завдання технологів.

Верстатобуді вна промисловість розробиа високопродуктивні верстати різного технологічного признаання й прогреивні конструкції різального інструменту, що забезпече високу ефеивність іточність обробки.

Це встатткуван місці з автоматичнимисистемами, організації роботи й керування ними а базі ЕОМ імкрорцесорної техніки є дуже складним і дорогим. У зв'яку з цією необхідною умовою ефектного використання є висока надійність всіх його ел ементів, довгостоковй безпереррвний режим роботи при досить вискокх р ежимах різання з ураув анням моливості автоматичної заміи зношеноо інстр уменнта. Одним зважливи елементів будь-якого машипбудівног вироництва є інструментальне настроювання, що забезпечує надійність функціонування жного окремого верстата й виробничої системи в цілому, якість продкції, продутивність виробництва.

Широкому затосу анню пр огресивних типовиих технолгічних процесів, оснащення й устатк ування, способімеханізації й автоматизації допомага єдина система технологічно підготовки виробництва(ЕСТПВ), що забезпечує для всіх виробнцत्व і організацій системний підхід до оптимізації вибору методів і способів технологічно підготовки виробнитва.

					<i>КНУ.КБР.131.24.1-02.В</i>		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Бура</i>			<i>Вступ</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Кияновский</i>					
<i>Н. Контр.</i>		<i>Рязанцев</i>			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Затвердив</i>		<i>Нечасв</i>				1	1
					<i>Каф. ПМ. гр. ПМ-21ск</i>		

1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА

1.1 Призначень об'єкту виробництва, як елементу вузла, механізму машини з харатриикою будов, приципів роботи, характерико кінематичних та силових ланцюгів машини

Вал є деталю вала тихохідного (рисунок 1.1), який в свою чергу є складальною одиницею механізму підйому.

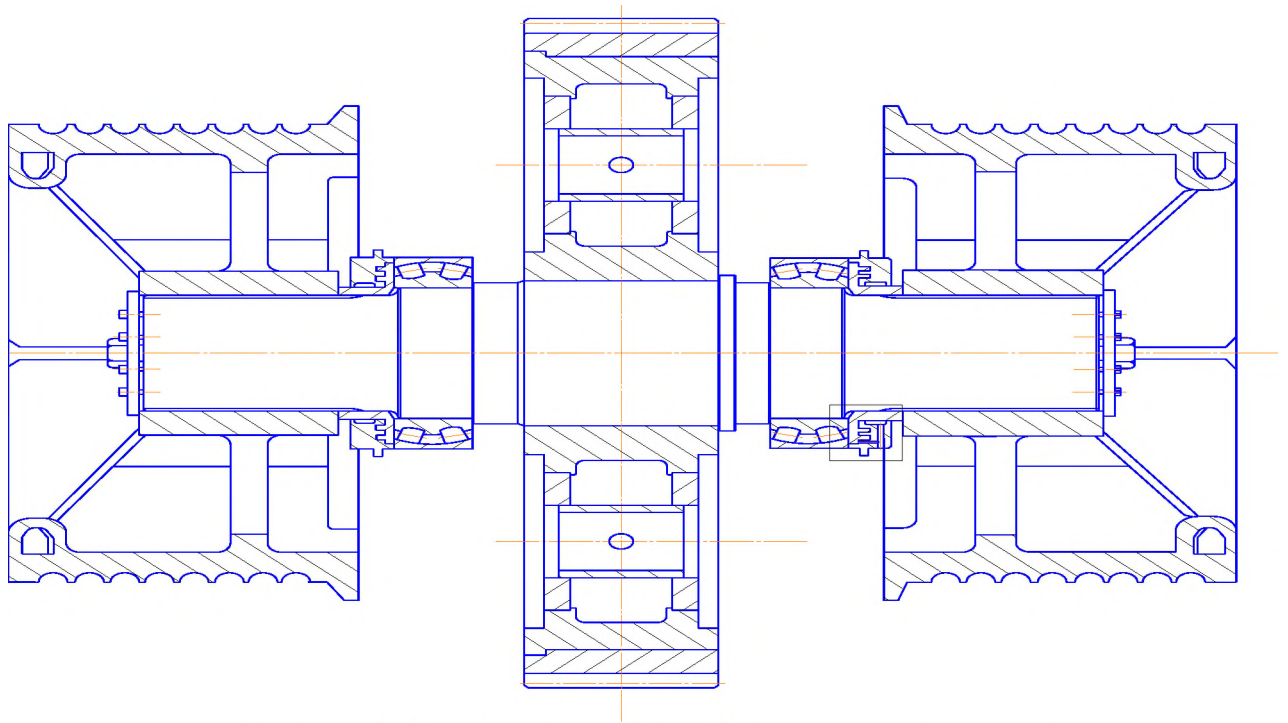


Рисунок 1.1 – Вал тихохідний(складальний вузол)

Деталь вал є основню еталлю вала тихідного і служить для передачі обертового руху і крутноо моменту.

На шийку $\varnothing 400$ и8 наджується колесо зубчате, яке також є складабною одиницею і складається з: флання, зубчастого вінця, обода, кілець та втулок.

На шийки 360 тб втновлені підшипники.

Підшипники ущільнені з обохбоків кришшами, в які входять втулки розпірні з кільцями $\varnothing 320 \times 6,3$ для надійного ущільненн

В кришках передачені твори дя мастила та кріпилні отвори під гвинти $M10 \times 6g \times 12.14$ Н.01

На шліцьові поверхні з обох боків насажен барабани правий та лівий, які закриті шайбамупорними, що іксуються зо допомогою болті 3М20-8g та шайб 48ГО19

					КНУ.КБР.131.24.1-02.01.АСПМ		
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Бура				Лит.	Лист	Листів
Перевір.	Кіяндовский					1	20
Н. Контр.	Рязанцев				Каф. ПМ. гр. ПМ-21ск		
Затвердив	Нечаев						
Аналіз службового призначення машини, вузла							

з обох сторін та болтів 3М48 – 8g. Болти 3М20 закотрагаєні за допомогою проволоч.

Побудуємо лійний розмірний ланцюг А, який зобразимо на рисунку 1.2

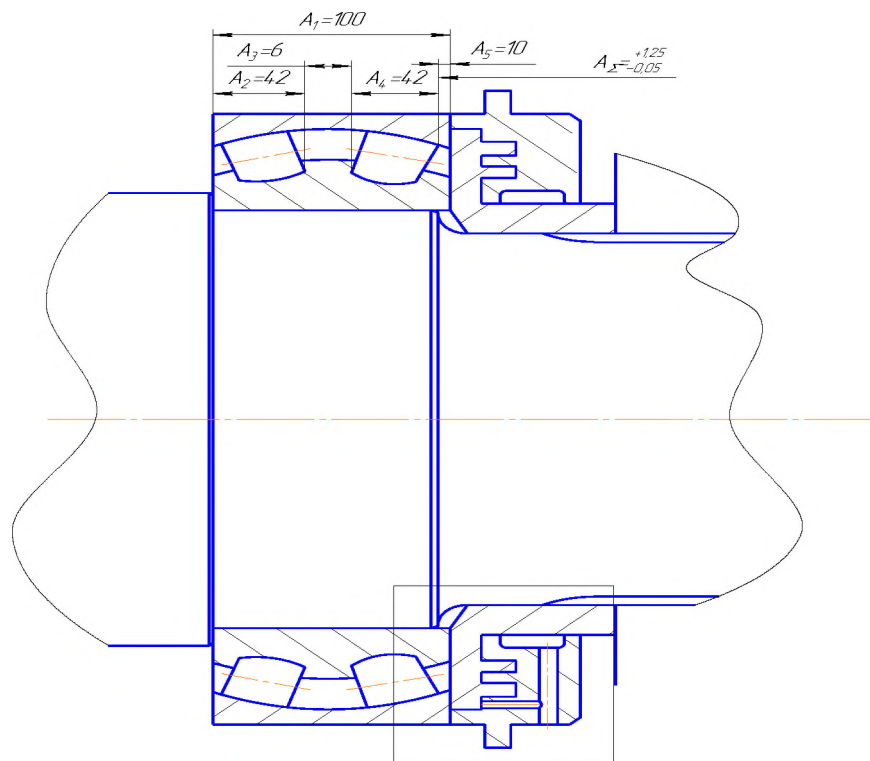


Рисунок 1.2 Схема лійного розмірного ланцюга

На всі ланки розмірного ланцюга призначаємо технологічно досяжні допуски і заповнюємо таблицю 1.1. На всі ланки призначаємо граничні відхилення і проставляємо середні значення полів допусків, які визначимо за формулою.

$$\Delta C_i = \frac{es_i + ei_i}{2},$$

де es_i , ei_i – відповідно верхнє і нижнє граничні відхилення ланки.

$$\Delta C_1 = \frac{0,87 + (-0,87)}{2} = 0 \text{ мм}$$

$$\Delta C_{2,4} = \frac{0 + (-0,27)}{2} = 0,135 \text{ мм}$$

$$\Delta C_3 = \frac{0,30 + (-0,30)}{2} = 0 \text{ мм}$$

$$\Delta C_5 = \frac{0,36 + (-0,36)}{2} = 0 \text{ мм}$$

$$\Delta C_6 = \frac{0,20 + (-0,20)}{2} = 0 \text{ мм}$$

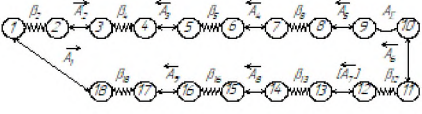
Визначаємо допуск замикаючої ланки за формулу

					<i>КНУ.КБР.131.24.1-02.01.АСПМ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		2

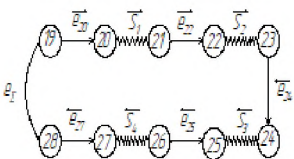
$$T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n (T_{Ai})$$

$$T_{\Sigma} = 1,76 + 0,27 + 0,6 + 0,72 + 0,4 = 3,35 \text{ мм}$$

Таблиця 1.1 – Розрахунок лінійного розмірного ланцюга

Призначення розмірного ланцюга	Ланцюг А. Зазор між торцем шестерні конічної та торцем підшипника	Значення вихідної ланки	Теоретично-ймовірний		$A_{\Sigma} = 3 \pm 1; A_7 = 12,5^{+0,778}_{-0,928}$					
			Повної-взаємозамінністю		$A_{\Sigma} = 3^{+0,179}_{-1,97}; A_7 = 12,5^{+0,778}_{-0,928}$					
Схема розмірного ланцюга		Вихідні дані								
		Позначення ланки	Номинальний розм.	Імкм.	Квалітет	Допуск Тмкм.	Розмір з відхиленням	ΔI	emi	
		A1	46	1.56	9	62	$46^{(-0,050)}_{(-0,112)}$		-0.081	
<p>Розрахунок розмірного ланцюга</p> <p>A1 – відстань між торцями шестерні, A2 – відстань від торця шестерні до зовнішньої поверхні корпусу, A3 – відстань від поверхні корпусу до вкладишу, A4 – ширина вкладиша, A5 – ширина прокладки, відстань від вкладишу до торця підшипника, A6 – ширина підшипника, A7 – відстань між торцями підшипників, A8 – ширина підшипника, A9 – відстань від торця підшипника до торця шестерні конічної, beta2 – торцеве биття торця шестерні від торця підшипника, beta4 – торцеве биття корпусу, beta5 – торцеве биття корпусу від вкладиша, beta8 – торцеве биття вкладиша від прокладки, beta12 – торцеве биття між корпусом та підшипником, beta13 – торцеве биття кільця відносно корпусу підшипника, beta16 – торцеве биття підшипника та втулки, beta18 – торцеве биття шестерні конічної</p>		A2	73	0.90	11	90	$7,0^{(-0; \infty)}$		-0.045	
		A3	2.8	0.55	12	100	$2,8^{(+0,429)}_{(-0,229)}$		+0.329	
		A4	3.06	0.55	12	100	$2^{(\pm 0,05)}$		0	
		A5	2.3	0.55	12	100	$2,3^{(+0,429)}_{(-0,229)}$		+0.329	
		A6	12	1.08	6	120	$12^{(-0,12)}$		-0.06	
		A7	12.5	1.08	12	150	$12,5^{(-0,778)}_{(-0,928)}$		-0.075	
		A8	12	1.08	6	120	$12^{(-0,12)}$		-0.06	
		A9	9.5	0.90	11	150	$9,5^{(\pm 0,075)}$		0	
		beta2				8.25	992			
		beta4				11	160			
		beta5				10	150			
		beta8				11	120			
		beta12				11	160			
		beta13				10	120			
		beta16				11	160			
		beta18				11	160			
								1090		
								2082		

Таблиця 1.2 – Розрахунок кутового розмірного ланцюга

Призначення розмірного ланцюга	Ланцюг А. Зазор між торцем шестерні конічної та торцем підшипника	Значення вихідної ланки	Теоретично-ймовірний		$A_{\Sigma} = 3 \pm 1; A_7 = 12,5^{+0,778}_{-0,928}$				
			Повної-взаємозамінністю		$A_{\Sigma} = 3^{+0,179}_{-1,97}; A_7 = 12,5^{+0,778}_{-0,928}$				
Схема розмірного ланцюга		Вихідні дані							
		Позначення ланки	Номинальний розм.	і,мкм.	Квалітет	Допуск Т,мкм.	Розмір з відхиленням	ΔI Ts.	emi
		S1	0	-	-	-			
<p>Розрахунок розмірного ланцюга</p> <p>S1 – зазор між шестернею конічною та підшипником, S2 – зазор між зовнішнім кільцем підшипника та корпусом, S3 – зазор між зовнішнім кільцем підшипника та корпусом, S4 – зазор між шестернею конічною та внутрішнім кільцем підшипника, l20 – радіальне биття відносно поверхні шестерні, l22 – радіальне биття внутрішнього та зовнішнього кільця підшипника відносно зовнішнього, l24 – неспіввісність підшипників, l25 – радіальне биття внутрішнього та зовнішнього кільця підшипника відносно зовнішнього, l27 – радіальне биття відносно зовнішньої поверхні шестерні</p>		S2	48	1.56	7/6	35/22			
		S3	0	1.56	7/6	35/22	$48 \frac{H7}{h6}^{+0,035}_{-0,028}$	0.057	
		S4		-	-	-	$48 \frac{H7}{h6}^{+0,035}_{-0,028}$	0.057	
		l20					10		5
		l22					10		5
		l24					6		3
		l25					10		5
		l27					20		10

Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

КНУ.КБР.131.24.1-02.01.АСПМ

Лист

3

Визначаємо величину компенсації:

$$T_K = T_\Sigma - [T_\Sigma]$$
$$T_K = 3,35 - 1,2 = 2,15 \text{ мм}$$

Розмір прокладки вибираємо з умови: $A_{\text{комп}} \leq [T_\Sigma]$,
де $A_{\text{комп}}$ - номінальне значення лаєпки компенсатора

Як прокладки викориспуємо металевий лист, товщина якого S рівна

$$S = A_{\text{комп}} = [T_\Sigma] = 2,55 \pm 0,1 \text{ мм}$$

Приймаємо допуск на товщину листа:

$$T_{\text{комп}} = 0,2 \text{ мм, тобто}$$

$$\Delta C_{\text{комп}} = 0 \text{ мм}$$

Попереднє число прокладок в наборі визначаємо за формулою:

$$z = \frac{T_K}{[T_\Sigma]}$$
$$z = \frac{2,15}{1,2} = 1,79$$

Приймаємо 2 прокладки.

Будуємо новий розмірний ланюг на складальному вузлі (рисунок 1.3)
ова ланка позначна A_6 і вона є збільшачою. Дещо мінться положення ланки A_5 , що
таож показана на схемі озмірного анюга.

Величину компенсатора, що складатсь з z прокладок визначаємо за формулою

$$A_6 = z \cdot A_{\text{комп}} = z [T_\Sigma]$$
$$A_6 = 2 \cdot (1,2 \pm 0,1) = 2,4 \pm 0,2 \text{ мм}$$

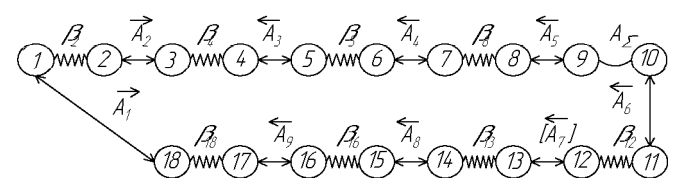
$$T_{A_6} = 0,4$$

$$\Delta C_{A_6} = 0$$

					<i>КНУ.КБР.131.24.1-02.01.АСПМ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		4

Таблиця 1.1 – Розрахунок лінійного розмірного ланцюга

Призначення розмірного ланцюга	Ланцюг А. Зазор між торцем шестерні конічної та торцем підшипника	Значення вихідної ланки	Теоретично-ймовірний	$A_2 = 3 \pm 1; A_7 = 12.5^{+0.778}_{-0.928}$
			Повної-взаємозамінності	$A_2 = 3^{+0.179}_{-1.97}; A_7 = 12.5^{+0.778}_{-0.928}$

Схема розмірного ланцюга		Вихідні дані							
		Позначення ланки	Номинальний розмір.	Імкм.	Квалітет	Допуск Тмкм.	Розмір з відхилення м.	ΔI	emi
<p>Розрахунок розмірного ланцюга</p> <p>A1 – відстань між торцями шестерні, A2 – відстань від торця шестерні до зовнішньої поверхні корпусу, A3 – відстань від поверхні корпусу до вкладишу, A4 – ширина вкладиша, A5 – ширина прокладки, відстань від вкладишу до торця підшипника, A6 – ширина підшипника, A7 – відстань між торцями підшипників, A8 – ширина підшипника, A9 – відстань від торця підшипника до торця шестерні конічної, β_2 – торцеве биття торця шестерні від торця підшипника, β_4 – торцеве биття корпусу, β_5 – торцеве биття корпусу від вкладиша, β_8 – торцеве биття вкладиша від прокладки, β_{12} – торцеве биття між корпусом та підшипником, β_{13} – торцеве биття кільця відносно корпусу підшипника, β_{16} – торцеве биття підшипника та втулки, β_{18} – торцеве биття шестерні конічної</p>		A1	46	1.56	9	62	$46^{(-0.050)}_{(-0.112)}$		-0.081
		A2	73	0.90	11	90	$7.0(-0; \infty)$		-0.045
		A3	2.8	0.55	12	100	$2.8^{(+0.429)}_{(+0.229)}$		+0.329
		A4	3.06	0.55	12	100	$2(\pm 0.05)$		0
		A5	2.3	0.55	12	100	$2.3^{(+0.429)}_{(+0.229)}$		+0.329
		A6	12	1.08	6	120	$12_{(-0.12)}$		-0.06
		A7	12.5	1.08	12	150	$12.5^{(-0.778)}_{(-0.928)}$		-0.075
		A8	12	1.08	6	120	$12_{(-0.12)}$		-0.06
		A9	9.5	0.90	11	150	$9.5(\pm 0.075)$		0
						8.25		992	
		β_2			11	160			
		β_4			10	150			
		β_5			11	120			
		β_8			11	160			
		β_{12}			11	160			
		β_{13}			10	120			
		β_{16}			11	160			
		β_{18}			11	160			
						1090			
						2082			

Таблиця 1.2 – Розрахунок кутового розмірного ланцюга

Призначення розмірного ланцюга	Ланцюг А. Зазор між торцем шестерні конічної та торцем підшипника	Значення вихідної ланки	Теоретично-ймовірний				$A_{\Sigma} = 3 \pm 1; A_7 = 12.5^{+0.778}_{-0.928}$			
			Повної-взаємозамінністю				$A_{\Sigma} = 3^{+0.179}_{-1.97}; A_7 = 12.5^{+0.778}_{-0.928}$			
Схема розмірного ланцюга		Вихідні дані								
		Позначення ланки	Номинальний розм.	i, мкм.	Квалітет	Допуск T, мкм.	Розмір з відхиленням	Δ/T_s	emi.	
		S1	0	-	-	-				
Розрахунок розмірного ланцюга		S2	48	1.56	7/6	35/22				
<p>S1 – зазор між шестернею конічною та підшипником, S2 – зазор між зовнішнім кільцем підшипника та корпусом, S3 – зазор між зовнішнім кільцем підшипника та корпусом, S4 – зазор між шестернею конічною та внутрішнім кільцем підшипника, l20 – радіальне биття відносно поверхні шестерні, l22 – радіальне биття внутрішнього та зовнішнього кільця підшипника відносно зовнішнього, l24 – неспіввідношення підшипників, l25 – радіальне биття внутрішнього та зовнішнього кілець підшипника відносно зовнішнього, l27 – радіальне биття відносно зовнішньої поверхні шестерні</p>		S3	0	1.56	7/6	35/22	$48 \frac{H7^{+0.035}}{h6_{-0.028}}$	0.057		
		S4		-	-	-	$48 \frac{H7^{+0.035}}{h6_{-0.028}}$	0.057		
		l20					10			5
		l22					10			5
		l24					6			3
		l25					10			5
l27					20			10		

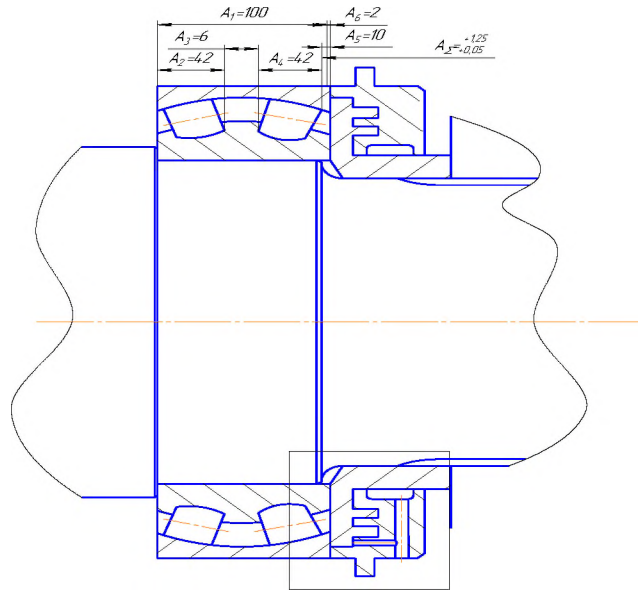


Рисунок 1.3 – Схема лінійного ланцюга з прокладками

Номінальний розмір замієчої ланки нового розмірного ланга визначаємо за формул

$$A_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n A_i - \sum_{j=1}^m A_j,$$

де A_i, A_j - відповідно розміри збільшуючої та зменшнюючої ланок

$$A_{\Sigma} = (100 + 2,4) - [(42 \cdot 2) + 6 + 10] = 2,4 \text{ мм}$$

Допуск замієчої ланки нового розміру визначаємо за формулою:

$$T_{\Sigma}^I = \sum_{i=1}^n T_{A_i}$$

$$T_{\Sigma}^I = 1,76 + 0,27 + 0,6 + 0,72 + 0,4 = 3,75 \text{ мм}$$

Кординату середини поля допуску визначаємо за формулою:

$$C_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \Delta C_i - \sum_{j=1}^m \Delta C_j$$

$$C_{\Sigma} = (0 + 0) - (-0,125 + 0 + 0) = 0,125 \text{ мм}$$

Визначаємо величину компенсації за формулою:

$$T'_K = T'_{\Sigma} - [T_{\Sigma}]$$

$$T'_K = 3,75 - 1,2 = 2,55 \text{ мм}$$

Остаточну кількість прокладок визначаємо за формулою:

$$z' = \frac{T'_K}{[T_R]} + 1$$

$$z' = \frac{2,55}{1,2} + 1 = 3,125$$

Остаточню приймаємо 3 прокладки

Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

Як залежна ланка вибираємо ланку A_5 , величину поправки визначаємо за формулою:

$$\bar{\Delta}' = [\Delta C_{\Sigma}] - \Delta C'_{\Sigma} + \frac{T'_{\Sigma}}{2} - \Delta C_{КОМП_{A_5}} - A_{КОМП}$$

$$\bar{\Delta}' = 0,65 - 0,125 + 3,75/2 + 0 - 1,2 = 1,2 \text{ мм}$$

Нову координату середини поля допуску залежної ланки визначаємо за формулою

$$\Delta C'_{A_5} = \Delta C_{A_5} + \bar{\Delta}$$

$$\Delta C'_{A_5} = 0 + 1,2 = 1,2 \text{ мм}$$

Граничні відхилення залежної ланки визначаємо за формулою

$$es_{A_5} = 1,2 + 0,5 \cdot 0,72 = 1,56 \text{ мм}$$

$$ei_{A_5} = 1,2 - 0,5 \cdot 0,72 = 0,84 \text{ мм}$$

$$A_5 = 10 \pm_{0,84}^{1,56}$$

Перевірка правильності розрахунків:

Середній розмір всіх прокладок визначаємо за формулою:

$$\bar{A}_{CA6} = A_{КОМП} + \Delta C_{КОМП} - \Delta C'_{\Sigma} + [\Delta C_{\Sigma}]$$

$$\bar{A}_{CA6} = 1,2 + 0 + 0,65 - 0,125 = 1,725$$

$$A_{6\max} = A_{CA6} + \frac{T'_K}{2}$$

$$A_{6\min} = A_{CA6} - \frac{T'_K}{2}$$

$$A_{6\max} = 1,725 + \frac{2,55}{2} = 3,0 \text{ мм}$$

$$A_{6\min} = 1,725 - \frac{2,55}{2} = 0,45 \text{ мм}$$

Мінімальну кількість прокладок визначаємо за формулою

$$z_{\max} = \frac{A_{6\max}}{[T_{\Sigma}]}$$

$$z_{\max} = \frac{3,0}{1,2} = 2,5$$

Приймаємо $z_{\max} = 3$ прокладки

Мінімальна кількість прокладок в наборі

$$z_{\min} = \frac{A_{6\min}}{[T_{\Sigma}]}$$

$$z_{\min} = \frac{0,45}{1,2} = 0,375$$

Приймаємо $z_{\min} = 0$ прокладок

Визначаємо кількість прокладок в наборі

$$z = z_{\max} - z_{\min} = 3 - 0 = 3$$

					<i>КНУ.КБР.131.24.1-02.01.АСПМ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		6

Розрахунок виконано вірно

На рисунку 1.4 зображена схема скларданя вузла "Вал тихохідий"

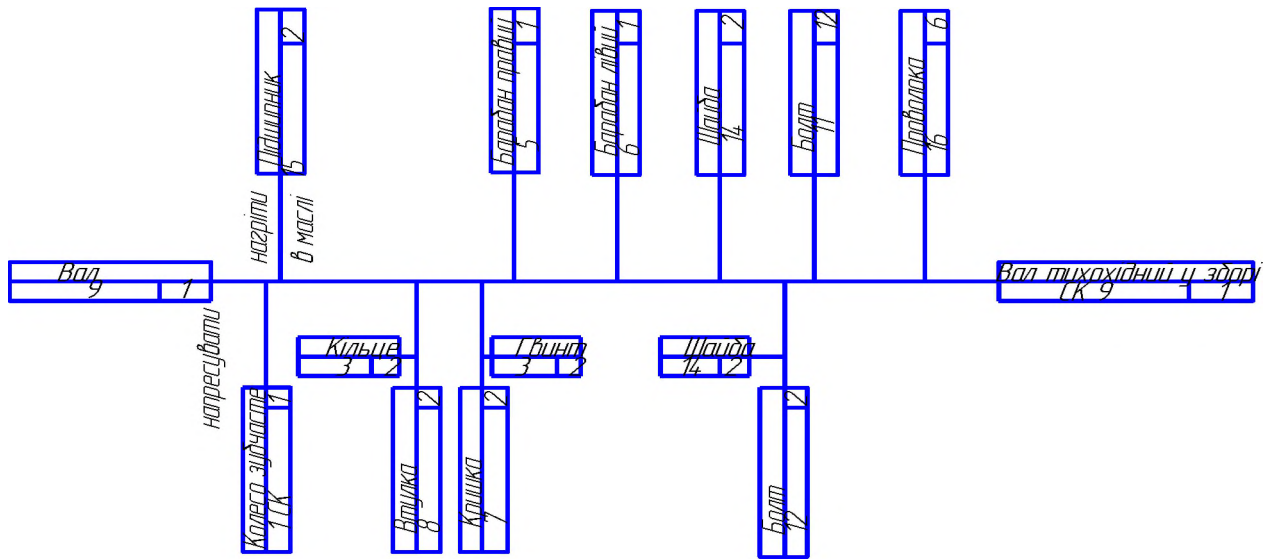
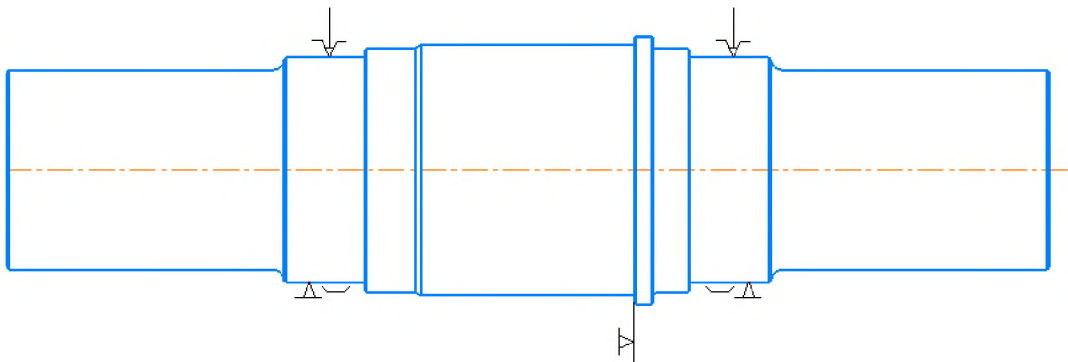


Рис. 1.4 - схема скларданя вузла "Вал тихохідий"

1.2 Розрахунок передач циліндричної



Основними критеріями праездатності валів є міцність і жорсткість.

Розрахунок валів вионується в два етапи: проектний розрахунок і перевірний розрахунок

Вихідними даними для проектного розрахунку є обертовий момент M на валу та понижені значення опустимих напружень крутіння $[\tau]$, МПа.

За результатами проектного розрахунку визначають конструктивні розміри та вибирають матеріал вала.

Порядок проектного розрахунку.

1. Попередньо обрано діаметр вихідного кінця вала із розрахунків тільки на крутіння при пониженому допустимому напруженні $[\tau]$, МПа.

					КНУ.КБР.131.24.1-02.01.АСПМ	Лист
Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		7

$$d = \sqrt[3]{\frac{T}{0,2[\tau]}} \text{ мм,}$$

$$T=98.3 \text{ КН*м}$$

$$d=320$$

де T-обертаючий момент, що передається валом. Н*м.

Звичайно приймають для редукторних та інших аналогічних валів [7] = 12...15 МПа, для трансмісійних валів [1] = 20...30 МПа.

Одержане значення діаметр вала в округлюють до найближчого більшого розміру із стандартного ряду чисел Ra40.

Попередньо діаметр вала, який проектується, можна оцінити, орієнтуючись на діаметр вала, з яким він з'єднується.

Наприклад якщо вхідний кінець ведучого вала з'єднується муфтою із валом електродвигуна діаметром d_1 , то можна прийняти

$$d = (0,8 \dots 1,0) d_1$$

2. Розробляють конструкцію вала, враховуючи вимоги дозвучності складання фіксації деталей в осьовому напрямку. Діаметри вала під шипники кочення призначають із урахуванням можливості розміщення на них шипиків заданого типу у відповідності із стандартами розмірів їх внутрішніх кілець. Інші стандартні посадки діаметрів вала призначають із мінімально можливою різницею діаметрів ступенів (наприклад. 5 мм).

1.3 Розрахунок реакцій опор валу і побудова епюр згинаючих та крутних моментів на валу

Загальні положення. При роботі передач вал сприймають циклічно змінну напругу. Тому основним критерієм роздатності валів є втому руйнування, а розрахунковим критерієм є запас опору втомленості. Основними вхідними даними для перевірки розрахунків є:

- обертальний T і згинальний M моменти, що прикладені до вала, які приводять до деформації рутіння та згинання
- навантаження і конструктивні розміри основних деталей, що розміщені на валу.

Порядок перевірки розрахунку валів

					<i>КНУ.КБР.131.24.1-02.01.АСПМ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		8

1). Вибір розрахунової схеми і визначення ро-зрахункового навантаження. Базується а положеннях курсу опору матеріалів.

Дійсні умови навантаження вала замінюють однією із ві-домих розрахункових схе Розрахункові навантаження розглядаєо як зосередж ені, ому можна допустити, що вал навантажено силами пе-редачі коловою F , осьою G_a , та ра діальною F_r . які діють в полсі зачелення, атакож обертаю-чиммоментом T . Якщо розрахунковий вал з'єднується з іншим валом муфтою, то розрахунковий вал навантажується додатковою консольною силою F_m , яка виникає із-за їх не співвсност Цю силу апавлемо так, щоб вона збільшувала напругу і деформацію вала, тобто озглядає мою найгірш и й випадок.і

Для стандартних редукторів загальріійногопрзначення згідно Для стандартних редукторів загальріійногопрзначення згідно ДСТУ ISO/TR 13593:2005

для швидкохідного однопінчстого редуктора при обертовому моменті T , ≤ 25 -м консольне вантаження $F = 50\sqrt{T}$, (Н); при $25 \leq T, \leq 250$ Нм - $F = 80\sqrt{T}$ (Н) Для тихохідного вала при $T_2 \geq 250$ Нм консольне навантаження $F_2=125\sqrt{T}$ (Н).

2). Розглядамосили передачі F . F_a . F_r окремо для вертикальної та го-ризонтальної площин і приводимо їх до осі вала.

При цьому виникають пари сил $T = 0,5 F d_1$ та $M=0.5 F d_1$, де d_1 - дільний діаметр шестерні.

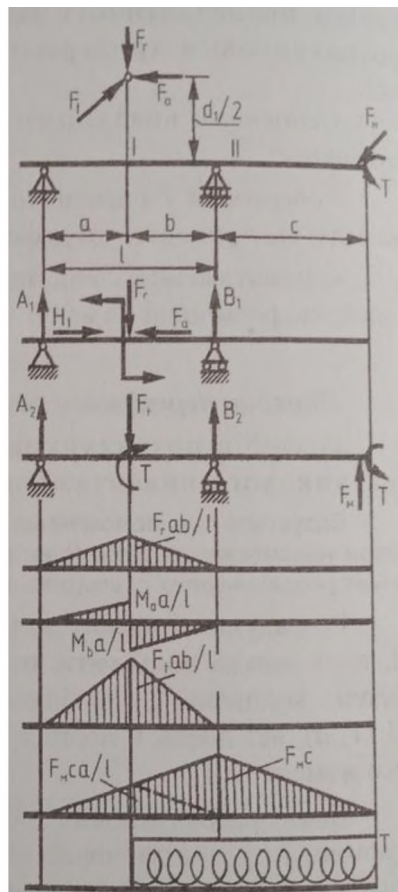


Рис. 1.1 - епюры згинальних моментів

Изм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата
------	------	----------	--------	------

- 3). Визначаємо реакції в опорах А і В у вертикальній і горизонтальній площинах.
 4). Будуємо епюри згинальних моментів у вертикальній і горизонтальній площинах та епюру обертаючих моментів T від усіх діючих на валу навантажень окремо або разом.
 5). За аналізом характеру епюр одержуємо можливість визначити сумарний згинальний момент M для будь-якого перерізу вала

$$M = \sqrt{M_B^2 + M_T^2}$$

де M_B і M_T - відповідно згинальні моменти у вертикальній та горизонтальній площинах.

- 6). Виконуємо розрахунок запасу опору втомленості вала. Розрахунок ведуть за номінальними навантаженнями, а цикли зміни навантаження рийають симетричними для напруги згинання і віднульовими для напруги крутіння

Враховуючи характер епюр згинальних M і обертаючих T моментів, ступінчасту форму вала та місця концентрації напруги, вмічають небезпечні перерізи вала. Для небезпечних перерізів вала визначають запас опору втомленості s , які порівнюють з допустимими значеннями $[s]$. При спільній дії напруги згинання і крутіння запас опору втомленості визначається за формулою

$$S = \frac{S_\sigma S_\tau}{\sqrt{S_\sigma^2 + S_\tau^2}}$$

де S_σ - запас опору втомленості тільки за деформацію згинання

$$S_\sigma = \sigma_{-1} / \left[\frac{\sigma_a K_\tau}{(K_d K_f) + \Psi_\sigma \sigma_m} \right]$$

S_τ - запас опору втомленості тільки за деформацією крутінню

$$S_\tau = \tau_{-1} / \left[\frac{\tau_a K_\tau}{(K_d K_f) + \Psi_\tau \tau_m} \right]$$

У цих формулах використовуються наступні параметри:
 σ_{-1} і τ_{-1} - границі витривлості матеріалу при згинанні і крутінні із знакозмінним симетричним циклом

$\sigma_{-1} = (0,4 \dots 0,5) \sigma_B$ (σ_B - границя міцності матеріалу);
 $\tau_{-1} = (0,2 \dots 0,3) \sigma_B$;

					<i>КНУ.КБР.131.24.1-02.01.АСПМ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		10

σ_a і τ_a - амплитди змінних складових цилів нпуги, а σ_b і τ_b - постійні складові цієї напруги; відповідно до прийнятої умови навантаження

$$\sigma_a = \frac{M}{(0,1d^3)}; \sigma_m = 0; \tau_a = \tau_m = 0,5\tau = \frac{0,5T}{(0,2d^3)}$$

Значення коефіцієнтів $Kd\sigma$
і $Kd\tau$

Таблиця 1.1

Напружений стан і матеріал	Діаметр вала d , мм							
	20	30	40	50	70	100	200	
Згинання для вуглецевих сталей	0,92	0,88	0,85	0,82	0,76	0,70	0,61	$Kd\sigma$ $Kd\tau$
Згинання для високолегованих сталей і крутіння для всіх сталей	0,83	0,77	0,73	0,70	0,65	0,59	0,52	$Kd\sigma$ $Kd\sigma$

$\Psi\sigma$ і $\Psi\tau$ - коефіцієнти, які коректують вплив постійної складової циклу навантаження на опр втомленості: і t відповідно дорівнюють:

0,05 і 0 - вуглецеві м'які сталі;

0,1 і 0,05 середньовуглецеві сталі;

0,15 і 0,1 леговані сталі.

Kd і Kf - масштабний фактор і фактор шорсткості.

Значення коефіцієнтів впливу шорсткості поверхні Kf

Таблиця 1.2

Механічна обробка поверхні	Середнє фрифметичне відхилення профілю R_a , мм	Значення коефіцієнта Kf при Мпа		
		400	600	1200
Шліфування	0,32...0,08	1	1	1
Обточування	2,5...0,32	1,05	1,10	1,25
Обдирання	20...5	1,20	1,25	1,5
Необроблена поверхня з окалиною і т.п.	-----	1,35	1,5	2,2

$K\sigma$ і $K\tau$ – ефективні коефіцієнти концентрації напруги при згинанні і крутінні: їх значення приведено в таблиці

Розрахунок значення запасу опору втменосідля валів не повинно бути нижчим допустимого значення $[s] = 2,5$.

За умови виконання розрахнків вала на жорсткість до- зволяється зниження запасу опоу втмленосі $[s]$ до 1,7.

Опір втомленості маеріалу вала можна начно підвищити за рахунок використання методів поверхневоо зміцнення: азтування,ціананя, борупваня, поверхневого гартування СВЧ, дробоструменевого наифклпування, обкатування роликами тощо

При цьому границя витривалості може ути підвищена на 50 і більше процентів.

7). З метою поперефджння пластичних деформаї і руйуваня вала виконується перевірка х статичної міцност.

Перевірк провдиться за еквівалентною а пругою з урахуваїнням ороточасного перевантажння заормулою

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} < (\sigma)$$

Числові значення ефективних коефіцієнтів концентрці напруги згинання K_σ і крутінні K_τ

Таблица 1.3

Фактор концентрації напруги	K_σ		K_τ	
	<700	>1000	<700	>1000
Галтель при $D/d=1,25 \dots 2$				
$r/d=0,02$	2,5	3,5	1,8	2,1
$r/d=0,06$	1,85	2,0	1,4	1,43
$r/d=0,10$	1,6	1,64	1,25	1,35
Виточка при $t=r$				
$r/d=0,02$	1,9	2,35	1,4	1,7
$r/d=0,06$	1,8	2,0	1,35	1,65
$r/d=0,10$	1,7	1,85	1,25	1,5
Поперечний отвір при $a/d=0,05 \dots 0,25$	1,9	2,0	1,75	2,0
Шпонковий паз	1,7	2,0	1,4	1,7
Шліци	1	1	1	1
Пресова посадка при >20 МПа	2,4	3,6	1,8	2,5
Різьба	1,8	2,4	1,2	1,5

Примітки: D – розмір діаметра більшого ступеню валу; d – розмір діаметра меншого ступеню валу; r – радіус галтели переходу більшого ступеню валу в менший ступінь; t – глибина вточк; a – діаметр отвору, який розміщено перпендикулярно осі валу; - без конструктивних заходів із зменшення концентрації напруги; - при наявності декількох концентрів напруги; - при наявності декількох концентраторів напруги в одному перерізі в розрахунках ураховується той у якого більший коефіцієнт K_σ або K_τ

де напруга згинання в небезпечному перерізі б'єд яка виникає від дії згинального моменту M. знаходиться як:

$$\sigma = \frac{M}{0,1d^3}$$

дотична напруга в небезпечному перерізі τ, яка виникає від дії від бертаючого моменту T знаходиться так:

$$\tau = \frac{T}{0,2d^3}$$

Гранична допустима напруга

$$(\sigma) = 0,8\sigma_T$$

1.4 Визначення та прогнозування експлуатаційних властивостей об'єкту виробництва

Цеховми називають втрати цеху на управління та обслуговування виробництва, які можуть бути віднесені на той чи інший виріб, що випускається в даному цехі.

Таким чином, до складу цехових витрат належать усі види витрат даного цеху, крім тих, що без посередньої ідншення на сбалансність виробів.

Залежно від характеру утворення цехові витрати поділяються на дві групи: експлуатаційні у статкування та загальноцехові.

Склад і визначення цехових накладних витрат з кожної статті наведені у таблиці 1.1

					<i>КНУ.КБР.131.24.1-02.01.АСПМ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		13

Таблиця 1.1 – Склад і визначення цехових накладних втрат

Номер і найменування статті втрат	Визначення втрат
1	2
I. Втрати, пов'язані з утриманням та експлуатацією устаткування	
1. Втрати на виробництво:	
а) на силову електроенергію	8703,3
б) стиснене повітря	18,9
в) на воду	153
2. Допоміжні матеріали (15% від основних матеріалів)	3252000
3. Основна заробітна плата допоміжних робітників з обслуговування устаткування	8556
4. Додаткова заробітна плата допоміжних робітників	1711,2
5. Вирахування на соцстрах (37,5%)	3850,2
6. Амортизаційні відрахування	
а) на обладнання (металорізальні верстати, підйомно – транспортне обладнання та ін.)	6561653,44
б) на інструмент та пристрої	2157602,43
7. Утримання устаткування (0,5% від вартості устаткування)	149664,2
8. Утримання, ремонт і оновлення малоцінного інструменту і пристроїв (80 грн на одного робочого)	960
9. Поточний ремонт (4,5% від вартості устаткування)	1346977,9
10. Поправочний коефіцієнт	41,2/85=0,48
Підсумок	13491850,3 6476088,2
II. Загальноцехові втрати	
1. Основна заробітна плата допоміжних робітників (крім вказаних раніше робітників з обслуговування устаткування)	7607,4
2. Додаткова заробітна плата допоміжних робітників	1521,48
3. Відрахування на соц.страхування (37,5%)	3423,33
4. Основна заробітна плата	
а) ІТП	49680
5. Додаткова заробітна плата	
а) ІТП	9936
6. Відрахування на соц.страхування (37.5%)	22356
7. Утримання будівель і споруд	
а) електроенергія для освітлення;	369,12
	6476088,2

Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.КБР.131.24.1-02.01.АСПМ

Лист

14

Продовження таблиці 1.1

б) водона побутові потреби;	416
в) пара на опалення	35515
г) матеріали та інші видатки (3% від вартості будівель і споруд	12533,9
8. Амортизаційні відрахування	
а) на будови і споруди;	29434,23
б) на передаючі ристрої;	
в) на інвентар	53158,75
9. Поточний ремонт будівель і споруд (2% від вартості будівель і спорд)	8355,9
10. Утримання, ремонт і оновлення інвентарю (6% від вартості інвентар)	14547,7
Підсумок	248854,5
	119450,2

Втрат овзаних з виробникові збутом продукції утворюють соівартість продукції. Планування собіартості здійснюється шляхом розробки планових калькуляцій на одинцю та на весь випуск товарної продукції.

У дипломній роботі під час розрахунку соівартості оиниць кожній деталі, виробляємої на дільниці, питомі статті втрат визнаються відносно загальних статей згідно з відсотком трудомісності оброб від загальної трудомісності виробництва усіх деталей

2. Характеристика режимів статичного та динамічного навантаження об'єкту виробництва в процесах експлуатації.

Розрахункове значення опору втомленості для валів з не повинно бути нижчим чим $[s] = 2,5$

При умові виконня розрахнків вала на жорсткість, дозволяється зниження запасу опору втомленості $[s]$ до 1,7. Опори втомленість матеріалу валу можна значно підвищити за рахунок використання методів поверхневого зміцнення: азотування, ціанування, борування, поверхневого гартування СВЧ, дробострумеєвого нафкльпкування, обктування роликами тощо.

Також границя втривалості може бути підвищена на 50% і більше процентів

3. Основними процесами машинобудування є механічне скання і обробка, на частку якої доводиться більше половин загальної трудомісності виготовлення машин. Виробництва машин і устакання, дозволяють виключити вживання ручної малокваліфікованої раці, значно скорочує терміни виробництва за рахунок автоматизації.

Найважливішою задачею автоматизації є скорочення основного і допоміжного часу виробництва. Автоматизацію технологічного процесу розглядаємо як завершення комбінованої механізації виробництва

4. Визначим трудоміскість складення.

Трудоміські складення визначають у процентному ідношенні до трудомісності механбобок аналогічних виробів по заводським або проєкним дан

Загальна трудомісність складення, яка отримана укупненням способом ділиться повдам кладальни робіт.

Визначивши трудомісність при загальнійзборці, уточнюється остаточно трудомісність рограм складальної дільниці в залежності від видів робіт, які виконуються а дільниці, що проєктується.

5. Обґрунтувати рішення до коригувань значь конструктивних та технофакторів об'єкту виробництва для забезпечення заданого рівня його надійності

Одними знайбільш складних розілів проєкування тхнолгічних процесів механічної обробки єпризначення вимірювальних і технолічних баз.

Від вірного вибору техно-баз залежитьфактичн точність виконань розмірів, заданих конструкторо, пвильнісьвзаєнго розтаування оброблювних поверхнь, ступеня складності ристроїв, різальних інструментів, загальна послідовність обробки

Призначення техно-баз, вхідні данні :

- складальне креслення вузла або виробу,
- креслення деталі
- умови виробництва

В основі методик вибору техно-баз ледать два принципа :

- суміщення баз
- сталості баз

Основними базами для валів вляютьсяповерхні їх оорних шийок. Однак вкористання їх в якості техно-баз для обробки зовнішніх поверхонь, складно, особливо при умоі збреження єдності баз.

6. Оцінка проєктній н адійності деталей і к онструкцій машин на підставі розрахунків на міцість, витрвалість, довговічність, жор сткість об'єкту виробництв відовідно умов експлаації звички стовуваням анл і тичних та чисельних математичн ихметодів пизначенних длявирішенн задач прикладної механіки.

Основним критеіям пра цедатності валів є жорскість. Розрах валів виконується в два етап : проєктний розахуок і перевірний. Вихіжними дан и ми ля проєктного розрхенку в обртовий момент 1 на валу та понижен значен я доп усти мої напруги крутіння $[\tau]$. Мпа, за результатами проєктного розрахунку визначають конструутивні розміри та обирають матеріал валу.

7. Визначення та прогнозування експлуатаційних в лативостей об'єкту виробництва. Службове призначення еталі . Вбір матеріалу та варіантів замі

					<i>КНУ.КБР.131.24.1-02.01.АСПМ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		16

Деталь “Вал” являється складовою частиною складально-го вузла тихохідний і являється основною деталлю, на яку насаджуються зправого та лівого кінців на шлиці поєднанні зовнішнім діаметром правий та лівий валів, а на пону шийку – зубчаті колеса на шийку насади підшипники, які закриваються рижками. Існуючі допомогують у певних випадках. Окрім того, вал в процесі роботи, він служить для передачі обертального моменту, зазнає на собі дію окружної діальної та нормальної сил, а підшипники, напесовані на поверхні, сприймають одночасно радіальні та осьові навантаження, передаючи їх на вал.

Вибір пресової посадки для забезпечення з'єднання підшипника з валом у заданих умовах

Початкові дані:

Під час установки підшипників кочення на вал з натягом проводиться його нагрів в мастилі.

Найменування деталі – вал

Посадка з натягом $\frac{L0}{k6}$

$k = 3$ – коефіцієнт запасу зчеплення

$f_c = 0,08$ – коефіцієнт тета при зчепленні точності виготовлення валу (по 6 кл)

t_1, t_2 – температура деталей поєднання в процесі роботи °C

$f_n = 0,2$ – коефіцієнт напесування

$E = 2,1 \cdot 10^5$ – модуль пружності

$\alpha > 12 \cdot 10^{-6}$ – коефіцієнт лінійного розширення

$Ra = 0,8$; $Ral = 1,6$ – коефіцієнт $dn = 365$ – діаметр підшипника, мм

$D = 480$ – зовнішній діаметр підшипника, мм;

T – обертовий момент на валу, $98,3$ Нм;

N_{max} – максимальний натяг, мм

$d = 365$ – діаметр валу, мм

$l = 796$ – довжина шийки валу, мм

$d_1 = 0$ – вал сумій

$\sigma_{T2} = 340$ Н/мм²

При ремонті і складенні вузлів механізм виводять з пресовки на вали.

Визначаємо зусилля, необхідне при напесці підшипників на вал.

Ø360H9/h

Граничні відхилення розмірів вала й отвору підшипників

Отвір 360H9 $\begin{pmatrix} +0,074 \\ 0 \end{pmatrix}$

Вал Ø360h8 $\begin{pmatrix} 0 \\ +0,046 \end{pmatrix}$

Визначення зусиль напесування деталі

З'єднання навантажено обертовим моментом

					КНУ.КБР.131.24.1-02.01.АСПМ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		17

$$T = 98,3 \text{ Н м}$$

Діаметр і довжина посадочної поверхні

$$d = 360 \text{ мм} ; l = 796 \text{ мм}$$

Вал суцільний $d_1 = 0$

Матеріал зубчастого колеса і вала – сталь 35 ХМФА

$$\text{Межа текучості матеріалу колеса } \sigma_{T2} = 670 \text{ Н/мм}^2$$

Збірка напресуванням.

Коефіцієнт запасу зчеплення $K = 6$

Коефіцієнт тертя при розрахунках зчеплення $-f = 0,06$, пресування $f_r = 0,4$

1. Розраємо середній контактний тиск Н/мм²

$$p_m = 2KT \times 10^3 / (\pi d^2 l f_c) = 2 \times 3 \times 796 \times 10^3 / (3,14 \times 360^2 \times 98,3 \times 0,06) = 1,989 \text{ Н/мм}^2$$

2. Розраємо коефіцієнт C_1 і C_2

$$C_1 = (1 + (d_1/d_2)^2 / 1 - (d_1/d_2)^2) - \mu;$$

$$C_2 = (1 + (d_1/d_2)^2 / 1 - (d_1/d_2)^2) + \mu$$

$$\text{Т. як. } d_1 = 0 \text{ то } C_1 = 1 - 0,3 = 0,7$$

$$C_2 = (1 + (360/140)^2 / 1 - (360/140)^2) + 0,3 = 1,3$$

3. Розраємо деформацію деталей мкм

$$\Delta = p_m d \times 10^3 (C_1/E_1 + C_2/E_2)$$

$$\Delta = 9,15 \times 360 \times 10^3 (0,7/2,1 \times 10^5 + 1,3/2,1 \times 10^5) = 3,13$$

4. Розраємо поправку на обминання нерівностей

$$U = 5,5 (R_{a1} + R_{a1}) = 5,5 (0,6 + 1,6) = 13,2 \text{ мкм}$$

5. Розраємо мінімальний потрібний натяг

$$[N]_{\min} \geq \Delta + U + \Delta_t = 3,13 + 13,2 = 16,33 \text{ мкм}$$

Для зубчастих передач поправку температуру деформацію не підраховують приймають $\Delta_t = 0$

6. Розраємо максимальний контактний тиск , допустимої міцності охоплення деталі

$$[p]_{\max} = 0,5 \sigma_{T2} [1 - (d_1/d_2)^2] = 0,5 \times 340 [1 - (360/140)^2] = 954,08 \text{ Н/мм}^2$$

7. Розраємо максимальний допустимий натяг, гарантуючий міцність охоплення деталі

$$[\Delta]_{\max} = [p]_{\max} \Delta / p_m = 213,3 \times 7,19 / 9,15 = 167,6 \text{ мкм}$$

8. Розраємо максимальний допустимий натяг, гарантуючий міцність охоплення деталі

$$[N]_{\max} \leq [\Delta]_{\max} + U = 167,6 + 13,2 = 180,8 \text{ мкм}$$

9. По таблиці вибираємо посадку H_7/S_6 для якої $N_{\min} = 36 > [N]_{\min}$ і дорівнює $71 \text{ мкм} < [N]_{\max}$

10. Розраємо тиск від максимального натягу N_{\max} вибраної посадки:

$$P_{\max} (N_{\max} - U) \Delta / p = (71 - 13,2) 9,15 / 7,19 = 73,5 \text{ Н мм}^2$$

									Лист
									18
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ.КБР.131.24.1-02.01.АСПМ				

11. Розраховуємо силу запресування для вибраної посадки

$$F_A = \pi d l p_{\max} f_n$$

$$F_A = 3,14 \times 360 \times 105 \times 73,5 \times 0,20 = 1744772,4 \text{ Н} = 174 \text{ кН}$$

12. Таким чином, для збірки з'єднання порібний прес, розвиваючий силу 320 кН

13. Визначити температуру нагрівання деталі при напресуванні °C

$$t_H = 20^\circ\text{C} + \frac{N_{\max} + z_{\text{сб}}}{d \cdot \alpha} = 20^\circ\text{C} + \frac{0,071 + 0,019}{65 \cdot 12 \cdot 10^{-6}} = 135, \geq [t]$$

Для попередження структурних змін у матеріалі температура нагрівання повинна бути нижче допустимої $[t] = 230 - 240^\circ\text{C}$ для сталі і $[t] = 150 - 200^\circ\text{C}$ для бронзи

Визначити температуру охолодження деталі

$$t_o = 20^\circ\text{C} - \frac{N_{\max} + z_{\text{сб}}}{d \cdot \alpha} = 20^\circ\text{C} - \frac{0,071 + 0,019}{65 \cdot 12 \cdot 10^{-6}} = -95, \geq [t]$$

де: $z_{\text{сб}}$ – додатковий зазор для забезпечення зборки визначається по таблиці, $z_{\text{сб}} = 19 \text{ мкм}$

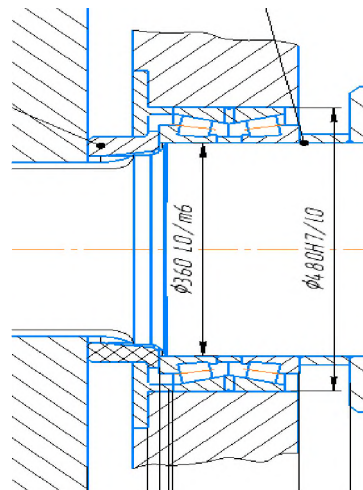


Рисунок 1.4 – Схема пресування підшипника на вал

Вибір посадок для нерухомого шпонкового з'єднання

Вибираємо посадку для нерухомого шпонового з'єднання. Визначаємо зазори чи натяги. Дано умовне зображення посадок.

Посадка $20 \frac{Js7}{h7}$

Визначаємо граничні відхилення для заданих полів допусків.

$$Js7 = \pm 0.0105 \text{ мм}$$

$$h7 = -0.021 \text{ мм}$$

Посадка перехідна, тому визначаємо найбільший зазор та найбільший натяг:

$$S_{\max} = ES - ei = 0,0105 - (-0,021) = 0,0315 \text{ мм}$$

$$N_{\max} = es - EI = 0 - (-0,0105) = 0,0105 \text{ мм}$$

Будуємо схему полів допусків.

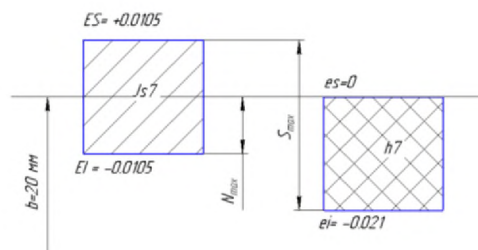


Рисунок 1.5 – Схема полів допусків шпонкового з'єднання

2 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЕТАЛІ .ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ ТА УМОВ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

2.1 Аналіз якості поверхонь деталей

Службове призначення деталі. Виір матеріалу а варіантів замін

Деталь “ Вал” являє ться складовою частиною складального вузла- вл тххідний і являється оснвною деаллю, на ку насажуют ьс правого та лівого кіців н шліцьові поверхні з зовні шнім діаметром Ø320 пранаи й та ліви барбани, а а опорну шийку Ø400 8 – зубчате колесо .На шийки Ø360 тб насажені підшники SKF 23072CC/W33, яі зариваються кришкамин. Барабани зафіковані за допомогою упорних шаиб. Отж е , ва процесі роботи, а він служить для пердач обертового руху та крутного мо менту, зазнає на соб і дію кружної , радальної та норальної сили, а підипники ,ннапресовані на поверхні.

Ø360 тб спиймють одночасно радальні т осьові наватаження, передаючи їх на вал

Отже, найбільш точно і згідно з вимогами кресленнябуде виготовлено вал, значно залжатиме характеристика і якісь роботи вала тиходного, а значить і механізмупідйом у і його довговічність.

Вал ви готовлено із стал марки 35ХМФ А ДСТУ 7806:2015.

Дана сталь являється легованою, конст рукційною.Двохзнчні цифри, які приведені на початку марки, вазують ереданій вміст вуглецю в сотх долях процента; бкви з пра ва від цифри означають егуючий елемент: Х – хром, М – молібден. Цифри після букв вглказують риблзний вміст відповідного легуючого елементу в цілих процентах, відсутність циф ри вказу, що воно складає до 1,5 %та менше. Хімічний склад сталі 35ХМФА ДСТУ 7806:2015

[1 стр.279-283] приведений в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад сталі 35ХМФА ДСТУ 7806:2015

C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	P	S	Cu
						не більше		
0,32- 0,4	0,5- 0,8	0,37	1,35- 1,7	1,3- 1,7	0,40- 0,60	0,025	0,025	0,25

Буква А в кінці найменування мррки вказує на високоякісну сталь.

Високоякісна сталь містить менше шкідливих домішок ($\leq 0,025\% S$ та $0,025\% P$).

Леговані сталі (ДСТУ 7806:2015) виористовують ля сильно наваннтжених та особливо великих виробів, серцвина яих поннвина мати искоа межа текучості, а верхній шар – искоу мініость при високій зносостійкості).

КНУ.КБР.131.24.1-02.02.АСПД				
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.	Бура			
Перевір.	Кіянвський			
Н. Контр.	Рязанцев			
Затвердив	Нечаєв			
Аналіз службового призначення деталі				
		Лит.	Лист	Листів
			1	53
Каф. ПМ. гр. ПМ-21ск				

Одноаснелегування хроом а никелем підвищує міцність, ластчність та вязкість серцевини. Її структура в серцевині– низковуглецевий мартеит або нижній бейніт, що забезпечує сокий комплекс механічних властивостей, які приведенів таблиці 2.2 [1 стр.279-283] :

Таблиця 2.2 – Механічні властивості сталі 35ХМФА ДСТУ 7806:2015

Межа текучості $\sigma_{0.2}$, МПа	Межа міцності при розтягу σ_s , МПа	δ , %	ψ , %	НВ
640	785	10	30	248-293

Хромол бденої сталі малочтливів до ерегріву. Велика с тійість переохолодженого аустеніту в оласт перлітн ого, а так ожпроміжного ервтилення забезпе- чує високу прокалюваніспь хрмонікеевої сталі. Кр итичний діаметр (для 5 % мартенситу) при закалюванів в мастилї складає 25-80 мм.

Вміст молібде ну (або вольфрму одат ково підвищу стійкість переоолджного аустніту, внаслідок прокалюванств. Критич ний діа етр досягає 100 мм та більше.

Основно ю областю заслтосуванн я сталі 35ХМФА є диски паових тубин, осі, вали та інші ооблво відповідальн круні детлі з високими вимогами до механічних властивостей.

Технологічні властивості

Температура к овки , С°, початок 1200, кінець 800.Зварюваність – не використовується для зварних констру кцій. Схильність до відпускнуї крихкості – малосхильна.

Мар ку матеріалу для иготвлєннє вл в ибираєо виходячи із службового призначєннєталі і мов іїр боти. Пр и цьому ра хвуємо вплив в ластивтей матеріал на тк конструкт ивні пармети, як міцність і жопткіє конструкції, вібростийкість, зносостійкість ок ремих поверхонь, абарии і маса деталі. В якості замни беремо сталь 34ХН1МА за свом хмічним складом та механічним властивостям відповідає сталі 5ХМФА Хіміч ий склад та механічні властивості сталі 34ХН 1МА [1 стр.279-283] приведен відповідно в таблицях 2.3 та 2.4:

Таблиця 2.3 – Хімічний склад сталі 34ХН1МА ДСТУ 7806:2015

C	Mn	Si	Cr	Ni	P	S	Cu
					не більше		
0,3-0,4	0,5-0,8	0,17-0,37	1,35-1,7	1,3-1,7	0,025	0,025	0,30

Таблиця 2.4 – Механічні властивості сталі 34ХН1МА ДСТУ 7806:2015

$\sigma_{0,2}$ МПа	$\sigma_{0,2}$ МПа	δ , %	ψ , %	КСУ, Дж/см ²
685	540	12	35	44

На рисунку 2.1 показана деталь з позначеними поверхнями

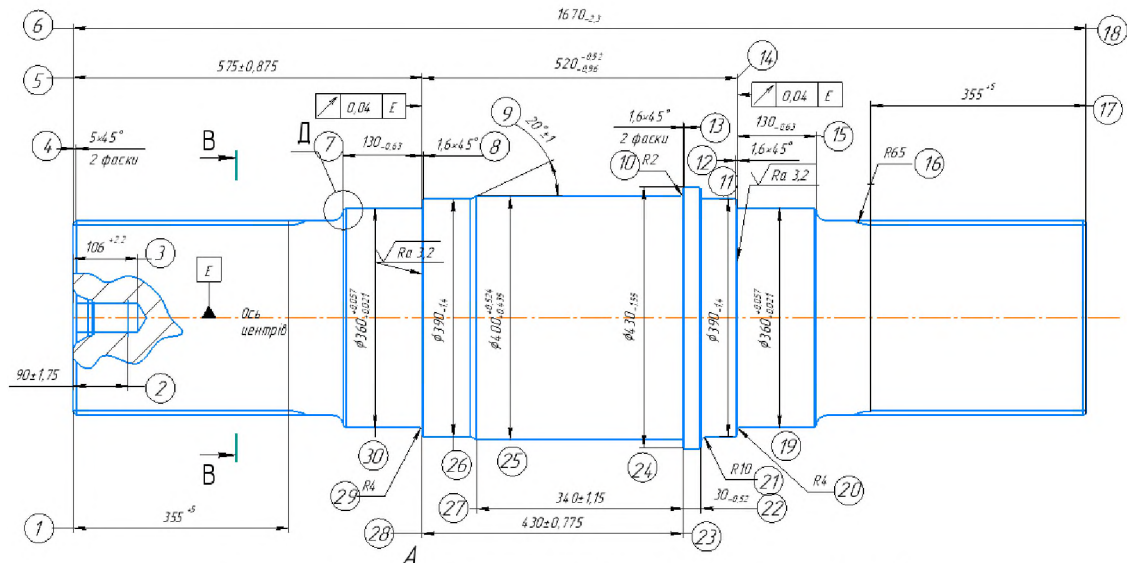


Рисунок 2.1 – Нумерація поверхонь деталі.

Таблиця 2.5 – Аналіз якості поверхні

№ пов.	Номінальний розмір поверхні	Квалітет, IT	Допуск T або відхилення розміру	Шорсткість, Ra	Відхилення форми і розташування поверхонь
1	2	3	4	5	6
39,19	Ø360	m6	(+0,057) (+0,021)	1,6	$\sqrt{0,03}$
25	Ø400	u8	(+0,524) (+0,435)	3,2	$\sqrt{0,1}$ E
23,14	Ø360(торець)	c11	(-0,52) (-0,96)	3,2	$\sqrt{0,04}$ E
1	2	3	4	5	6
	520				
23	430	js14	±0,775	3,2	$\sqrt{0,1}$ E
32,44	M20	7H		6.3	$\oplus \phi 0,8$
39	30		(-0,14) (-0,28)	3,2	$\sqrt{\phi 0,08}$ Ж $\equiv T 0,14$ Ж
6,18	1670		2,3	12,5	

Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

КНУ.КБР.131.24.1-02.02.АСПД

Лист

3

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6
24	Ø430		0,155	6,3	
26,19	Ø390		1,4	6,3	
37	Ø320	f7	$(\begin{smallmatrix} -0,010 \\ -0,125 \end{smallmatrix})$	6,3	
36	Ø295		$(\begin{smallmatrix} -0,06 \\ -1,2 \end{smallmatrix})$	3,2	
27	340	14	±1,15	3,2	
43	35	14	±1,25	6,3	

Особливих вимог до фізико-механічних характеристик поверхонь валу не висувають. Взаємозв'язок норм точності відповідає правилу: $T_1 > T_2 > T_3$, де T_1 – точність розміру, T_2 – допуск акрогеометрії, T_3 – допуск мікрогеометрії.

Наприклад: для поверхні 39 Ø360: $0,036 > 0,0016$; для поверхні 25 – Ø400: $0,089 > 0,0032$.

2.2 Технічний контроль робочого креслення, виконаного в САД системі

Допуски та шорсткість відповідають діючим стандартам. На кресленні деталь представлена двома видами та трьома виносними елементами, що повністю дає змогу проконструювати дану деталь.

У деталі вал основними поверхнями – опорними шийками являються циліндричні поверхні 39,19 Ø360 m6, 400 u8 та Ø320 f7, які призначаються для з'єднання з іншими деталями вузла і тому до них пред'явлені вимоги як до точності і шорсткості, так і до взаємної розташованості. Деталь Вал уявляє собою тіло обертання і тому базовою поверхнею у валів є вісь деталі – Е – одна база і друга база Ж – зовнішній діаметр шліцьової поверхні.

Робоче креслення деталі Вал виконано на форматі А1 відповідно до ДСТУ ГОСТ 2.612:2014, графі основного надпису заповнені правильно і мають усі необхідні підписи. Креслення деталі представлено головним видом, видом збоку, та видом А (видом з правого боку), на яких виконано розріз Б – Б, що дає змогу показати розміри отворів М20 – 7Н. Крім цього виконано розріз В – В по ступні вала Ø320 $(\begin{smallmatrix} -0,010 \\ -0,125 \end{smallmatrix})$, що є шліцьовою поверхнею. На перерізі В-В виконано виносний елемент Г, який пояснює форму і розміри шліців. Виносний елемент Д пояснює розмір і форму деталі R17 та аски. Такі зображення дають повне явлення про конструкцію деталі і дозволяють визначити конфігурацію складових її елементів.

На кресленні проставлені усі необхідні розміри, що визначають геометричні параметри елементів деталі, граничні відхилення та якості точності з полями допусків, а також параметри шорсткості оброблених поверхонь, що визначають класи шорсткості. На кресленні вказані технічні вимоги до взаємної розташованості деяких поверхонь відносно осей (баз Е, бази Ж). Креслення регламентує відхилення елементів деталі від правильних геометричних форм.

					<i>КНУ.КБР.131.24.1-02.02.АСПД</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		4

На кресленні є відомості про матеріал деталі. Відсутність вказівок говорить про те, що поверхні деталі не підлягають захисним поритям. У відповідній графі вказана маса деталі

Поряд з цим на кресленні деталі мають місце такі неточності:

1. Не вказано ДСТУ на матеріал деталі
2. Шорсткість в деяких місцях вказано в R_z , а необхідно вказувати в R_a , тобто по ряду який має перевагу за ДСТ 2789-73.

2.3 Аналіз технологічності деталі

Якісний аналіз технологічності

Якісний аналіз ("добре – погано", "допустимо – недопустимо") шляхом порівняння двох та більше варіантів отримання заготовки. Для даної деталі ("Вал") існують два методи ержання заготовки

Деталь Вал згідно класифікатора іноситься до загальноашинобудівних

1) Поковка за ДСТУ 9182:2022

2) Поковка за ДСТУ 7806:2015

деталей, уявляє собою тіло обертання, що виготовляється за допомогою механічної обробки.

Деталь має довжину $L = 1670$ мм. та найбільший діаметр $d = 430$ мм., отже $L > 2d$, тобто деталі вноситься до класу 71 – деталі - тіла обертання типу кілець, дисків, втулок, стаканів, осей штоків та інших та підкласу 715000 – ззовнішньою циліндричною поверхнею. Деталь без зовнішніх фасок, ступінчастих, двохсторонніх, без зовнішньої різьби – група 715400, без центральних отворів – підгрупа 715400.. Деталь має шліцьові поверхні, без отворів поза віссю деталі – вид деталі 715413

Технологічна характеристика деталі :

1. Код класифікаційних угруповань головних ознак:

- розмірна характеристика:

найбільший зовнішній діаметр $d = 430$ мм – код К.

Довжина $L = 1670$ мм – код Р

Розраховуємо жорсткість деталі по формулі:

$$l/d = 1670/350,3 = 4,8$$

Отримані дані вказують на те, що деталь жорстка це дає змогу одночасної обробки декількома ручними інструментами, а також можливе застосування підвищених режимів різання.

					КНУ.КБР.131.24.1-02.02.АСПД	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		5

При механічній обробці можливе підведення та відведення ріжучого та вимірювального інструменту, відсутні глибокі отвори та отвори під кутом. Конструктивна форма деталі і матеріал дозволяють застосовувати маловідходний метод отримання заготовки – поковку за ДСТУ 7806:2015

Деталь Вал має невеликі перепади діаметрів ступенів зубів на ступінчатих поверхнях від середини до кінців, що позитивно впливає на технологічність деталі.

Усі поверхні деталі Валу легко доступні в процесі механічної обробки.

Точність та жорсткість як вимагається, можна одержати при використанні верстатів та оснащення нормальної точності.

Конструкція деталі дозволяє позитивно вирішити питання вибору технологічних установочних баз на всіх операціях технологічного процесу, дотримується при цьому принципу сталості аз.

Виходячи з вищесказаного детально вивчається технологією та не вимагає вдосконалення конструкції

Кількісний аналіз технологічності

Розраховуємо коефіцієнт використання матеріалу для штамповки:

$$k_{\text{в.м.}} = \frac{Q_0}{Q_3}$$

де, $Q_0 = 0.125$ кг - маса деталі ;

$Q_3 = 0.212$ кг – маса заготовки.

$$k_{\text{в.м.}} = \frac{0.125}{0.212} = 0.59$$

Отримавши таке значення – коефіцієнт використання матеріалу достатній. Розраховуємо коефіцієнт точності обробки. Для цього розраховуємо середню точність:

$$k_T = \frac{IT_{\text{б.с.}}}{IT_{\text{д.с.}}}$$

де, $IT_{\text{б.с.}}$ та $IT_{\text{д.с.}}$ - базовий та досягнутий середній квалітет точності (або групи порівнювальних) поверхонь деталі ;

звідки :

$$IT_{\text{д.с.}} = \frac{\sum IT_i n_i}{\sum n_i}$$

де, IT_i - квалітет точності ;

n_i - число розмірів відповідного квалітету.

$$IT_{\text{д.с.}} = \frac{10 \cdot 14 + 26 \cdot 12 + 2 \cdot 11 + 3 \cdot 9 + 8 \cdot 1 + 7 \cdot 1 + 6 \cdot 2}{45} = \frac{528}{45} = 11,73;$$

					<i>КНУ.КБР.131.24.1-02.02.АСПД</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		6

Отриманий коефіцієнт свідчить на середню точність обробки поверхонь.

Звідки :

$$k_T = 1 - \frac{1}{11,73} = 0,915 .$$

Показник цього коефіцієнта свідчить , що деталь середньої точності. Розраховуємо коефіцієнт орсткості поверхнь. Середня шорсткість розраховується за формулою

$$Ш_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n Ш_i \cdot n_i}{N}$$

де n_i - кількість поверхонь з шорсткістю $Ш_i$;

N – кількість поверхонь.

$$Ш_{cp} = \frac{12,5 \cdot 14 + 6,3 \cdot 30 + 3,2 \cdot 76 + 1,6 \cdot 2}{122} = 4,945 .$$

Приймаємо середню шорсткість Ra 6,3. Отримана шорсткість дозволяє робити висновки що деталь середньої складності, більшість поверхонь не потребує додаткові обробки.

Розраховуємо кофіцієнт уніфікації деталі:

$$K_y = \frac{Q_{y.n.}}{Q_3}$$

де $Q_{y.n.}$ – кількість уніфікованих поверхонь;

Q_3 – загальна кількість поверхонь.

$$K_y = \frac{156}{170} = 0.9 .$$

Так , як вираховувай коефіцієнт уніфікації $K_y \geq 0.4$, то всі показники знаходяться в нормі, тому детль загалом є технологічною.

Вибір типу виробництва

Проектування цехів мшинобудівних заводів здійснюється, як правило , по точній, приведеній чи умовній програмах

Тип виробницт ва виначається сту пенем спеціалізаці і робочих місць номнклатурою об'єктв вирбництва, формою переміщення вирбів по робочим місцям.

Для визначєя типу виро бництвавам треба визначити коефіцієнт ак ріплення операції, який визначається за формулою [10 ст.19-23]:

					КНУ.КБР.131.24.1-02.02.АСПД	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		7

$$k_{з.о.} = \frac{\sum P_o}{P_{я}};$$

Де $\sum P_o$ – сумарна кількість всіх операцій, $P_{я}$ – явочна кількість верстатів на кожній операції.

При навчаню технологічному проектуванні визначаємо умвне число однотипних операцій, виконваних на одному верстаті протягом одного місяця при оботі в в дві зміни за формулою:

$$P_{os} = \frac{\eta_H}{\eta_3};$$

де η_H - плановий нормативний коефіцієнт завантаження верстата всіма закріпленими з ним одноотипними оперціями;

η_3 - коефіцієнт завантаження верстату проєкваною операцією, який розраховується за формулою;

$$\eta_3 = \frac{T_{шт.к.} \cdot N_M}{F_M \cdot k_b};$$

де $T_{шт.к.}$ - штучно – калькуляційний час, необхідний для викоая проєктованої операції, год;

N_M - місячна програма випусу зданої деталі пи рботі в дві зміни, шт., яка розрачується за фрмулою:

$$N_M = \frac{N_P}{12};$$

де N_P - річна програма випускузаданої деталі, шт.;

F_M - місячний фонд часу роботи обладнання в дві зміни, год.

$$F_M = \frac{4015}{12} = 335 \text{ год.}$$

k_b – коефіцієнт виконання норм,

$$k_b = 1,3$$

Підставимо у формулу значення F_M і k_b :

$$\eta = \frac{T_{шт.к.} \cdot N_M}{169 \cdot 1,3} = \frac{T_{шт.к.} \cdot N_M}{219,7}$$

Після виконани підстановок формули у ормулу одежимо залежність для визначення числа однотних операцій, виконуваних на одному верстаті протягом місяця

$$P_{oi} = \frac{\eta_H \cdot 219,7}{T_{шт.к.} \cdot N_M}$$

Підставимо чиллові значення кількість оперці, виконуваних протягом місяця на дільниці з розрахункм на дві зміни, визначається складанням числа операцій, вконуваних на кожному верстаті

$$\sum P_{oi} = P_{o1} + P_{o2} + \dots + P_{on}$$

					<i>КНУ.КБР.131.24.1-02.02.АСПД</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		8

Необхідне число робітників для обслуговування протягом двох змін одного верстата, завантаженого по плановому номативному коефіцієнту розрачується за формулою:

$$P_1 = \frac{N_I \cdot t_I}{K_B \cdot \Phi}$$

де N_I - приведений місячний обсяг випуску деталей, шт..

При завантаженні верстата до прийнятого значення

$$\eta_H \div N_I = \Pi_{OI} \div N_M$$

де t_i – штучно – кальуляційний час на виконання пректоваої операції, год.,

$$t_I = T_{шт.к}$$

Φ – місячний фонд часу робітника, зайнятого 22 робочих дня протягом місяця,

$$\Phi = 22 \cdot 8 = 176 \text{ год}$$

$$k_{с.о.} = \frac{9}{45} = 0.21.$$

Згідно з ДСТУ ГОСТ 2.612:2014

значення отриманого коефіцієна свідчитьна те, що наше виробництво являється масовим виробництвом, так як при $1 \leq k_{с.о.} \leq 10$ виробництв треба вважати серійним.

2.4 Вибір та економічне обґрунтування способу отримання заготовки

Призначаємо два варіанти отримання заготовки:

- 1) Поковка за ДСТУ 9182:2022
- 2) Поковка за ДСТУ 9182:2022

Одним із оснвних принципів вибору заготовкиє орієнтація на таий спосіб виготовлення , який максимальне абиження заготовки за ормою та розмірами д форми і розмірів гоової детаі, що призведе до сутевого скрочення вира металу, об'єм меанічної обрбки, тобт вирбничоо цклу виготвлєня деталі, а значить і знижннг трудомістості а собівартості деталі.

Для вибру ільш екномічного та оптильного аріанту отриманя заготовки, заповнюємо матрицю впливу факторів.

Таблиця 2.1 – Матриця впливу фаторів

Способи одержання заготовки	Фактори					СУМА
	Форма і розміри заготовки	Потрібна Точність і якість поверхні	Технологічні властивості матеріалу	Річна програма	Собівартість	

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7
Поковка за ДСТУ 9182:2022	-	+	+	+	+	4
Поковка за ДСТУ 9182:2022	+	+	+	+	+	5

Аналізуючи ступінь впливу розглянутих факторів, робимо висновок, що більш доцільним є використання другого способу обробки заготовки.

Проведемо техніко – економічне обґрунтування вибору заготовки а вартістю після проектування заготовки.

Проектування заготовки

Деталь: “ Вал ”.

1. Вихідні дані по деталі:

Матеріал деталі: 35ХМФА ДСТУ 7806:2015.

Маса деталі – 1236 кг.

Таблиця 2.2 – Розміри заготовки

Довжина деталі L, мм	Діаметр Деталі D, мм	Припуск і граничні відхилення $\delta \pm \frac{\Delta}{2}$	Розміри Заготовки, мм
1200-1700	430	18 ± 5	$L_3 = 1688$ $D_3 = 448$

2. Вихідні дані для розрахунку:

Маса поквки розрахункова:

$$\sigma_{n.p.} = V \cdot \rho;$$

де V – об’єм деталі;

Об’єм заготовки:

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot L, \text{мм}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 448^2}{4} \cdot 1688 = 265948856,3 \text{ мм}^3$$

Маса заготовки:

$$G_3 = \rho \cdot V, \text{кг}$$

$$G_3 = 7850 \cdot 0,266 = 2088,1 \text{ кг}$$

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{BM} = \frac{G_d}{G_3}$$

$$K_{BM} = \frac{1236}{2088,1} = 0,591$$

Проектування заготовки поковки за ДСТУ 9182:2022

Таблиця 2.3 – Розміри поковки

Діаметр ступеню валу, мм	Основний Припуск і допуск	Додатковий припуск, мм	Розрахунковий розмір, мм	Прийнятий розмір, мм
320	22±8	2	320+22±(8+2)	340±10
360	22±8	2	360+22±(8+2)	380±10
390	22±8	2	390+22±(8+2)	410±10
400	23±8	2	400+23±(8+2)	425±10
430	23±8	2	430+23±(8+2)	455±10
Довжина ступеню валу, мм	Основний припуск на діаметр відповідного ступеня		Розрахунковий розмір, мм	Прийнятий розмір, мм

Розраховуємо масу заготовки:

					<i>КНУ.КБР.131.24.1-02.02.АСПД</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>11</i>

Продовження таблиці 2.3

1670	22		$1670+1,5 \cdot 22+1,5 \cdot 22$	1730±10
520	22		$520+0,75 \cdot 22-0,75 \cdot 22$	520
575	22		$575+1,5 \cdot 22$	605±10
340	23		$340-0,75 \cdot 22-0,75 \cdot 23$	306
430	22		$430 \pm 0,75 \cdot 22 - 0,75 \cdot 22$	430±6
30	22		$30+1,5 \cdot 22$	65
130	22		$130+1,5 \cdot 22$	166±6

$$G_s = \rho \cdot V_s, \text{КГ}$$

$$V_s = 2V_1 + 2V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6$$

$$V_1 = \pi \cdot R_1^2 \cdot h_1 = 3,14 \cdot 170^2 \cdot 439 = 42215337,5 \text{ мм}^3$$

$$V_2 = \pi \cdot R_2^2 \cdot h_2 = 3,14 \cdot 195^2 \cdot 166 = 19820151 \text{ мм}^3$$

$$V_3 = \pi \cdot R_3^2 \cdot h_3 = 3,14 \cdot 210^2 \cdot 124 = 17170776 \text{ мм}^3$$

$$V_4 = \pi \cdot R_4^2 \cdot h_4 = 3,14 \cdot 217,5^2 \cdot 306 = 45453737,25 \text{ мм}^3$$

$$V_5 = \pi \cdot R_5^2 \cdot h_5 = 3,14 \cdot 237,5^2 \cdot 65 = 11032880,625 \text{ мм}^3$$

$$V_6 = \pi \cdot R_6^2 \cdot h_6 = 3,14 \cdot 210^2 \cdot 25 = 3401850,0 \text{ мм}^3$$

$$G_s = 7850 \cdot 0,201 = 1577,85 \text{ КГ}$$

Додткові припук к раховуюють:

- 2) відхилення від площинності – 0.1 мм;
- 3) зміщення на поверхні рознімання штапу – 0.2 мм.

Штапувальні ухил:

- 1) на зовішній поевхні не більше 5°, прийняти - 3°;
- 2) на внутішній поерхн не більше 7°, прийняти - 7°;
- 3) вигнутість та відхиення від площинності та прямолінійності – 0.2 мм.

Розміри поковкки та її додаткові відхилення.

Розрахунок номінального розміру пковки дорівню сум номінального розміру разом з додатковим та основни припуском.

$$\text{Ø } 20 + (1.1+0.1) \times 2 = 22.4 \text{ мм} \quad - \text{ прийняти } \text{Ø} 23 \text{ мм};$$

$$\text{Ø } 33.6 + (0.9+0.1) \times 2 = 35.6 \text{ мм} \quad - \text{ прийняти } \text{Ø} 36 \text{ мм};$$

$$\text{Ø } 27 + (0.9+0.1) \times 2 = 29 \text{ мм} \quad - \text{ прийняти } \text{Ø} 29 \text{ мм};$$

$$L = 46 + (1.0+0.1) = 47 \text{ мм} \quad - \text{ прийняти } L = 48 \text{ мм};$$

$$L = 61.71 + (1.0+0.1) = 63.91 \text{ мм} \quad - \text{ прийняти } L = 64 \text{ мм}$$

					<i>КНУ.КБР.131.24.1-02.02.АСПД</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		12

Таблиця 2.4 – Розрахунок операційних розмірів та припусків на обробку

№ розмірного ланцюга	Рівняння розмірного ланцюга	Вихідні значення	Номинальний технічний розмір	Допуск техніч. розміру	Технічний розмір	Уточнене значення припусків
1	2	3	4	5	6	7
1	$S_1 = S_2 + z_2$	$S_2 = 61.71 \pm 0.23$ $z_2 = 1.2$	$62,51 + 1,2 =$ $= 63,71 = S_1$	1.2	$S_1 = 63.71 \pm 0.6$	$z_2 = 63.71 \pm 0.6 -$ $62.51 \pm 0.23 = 1.2 \pm 0.37$
2	$S_2 = S_4 + z_3$	$S_4 = 61.71^{+0.13}_{-0.15}$ $z_3 = 0.8$	$61.71 + 0.8 =$ $= S_2$	0.46	$S_2 = 62.71 \pm 0.23$	$z_3 = S_2 - S_4 = 62.71 \pm 0.23 -$ $- 61.71^{+0.13}_{-0.15} = 0.8^{+0.1}_{-0.08}$
3	$S_3 = S_5 + z_3 - z_5$	$S_5 = 46 \pm 0.023$ $z_3 = 0.8$ $z_5 = 0.8$	$46 \pm 0.8 - 0.8 =$ $= 46 = S_3$	0.05	$S_3 = 46 \pm 0.025$	$z_3 = 0.8^{+0.1}_{-0.08}$ $z_5 = 46 \pm 0.025 - 46 \pm 0.023 +$ $+ 0.8^{+0.1}_{-0.08} = 0.8^{+0.102}_{-0.082}$
4	$z_1 = S_1 + z_1$	$S_1 = 63.71 \pm 0.6$ $z_1 = 1.8$	$63.71 + 1.8 =$ $= 65.51$	1.6	$z_1 = 65,51 \pm 0,8$	$z_1 = z_1 - S_1 = 65.51 \pm 0.8 - 63.71 \pm 0.6 =$ $= 1.8 \pm 0.8$
5	$z_2 = S_3 + z_2 - z_4$	$S_3 = 46 \pm 0.025$ $z_2 = 1.2$ $z_4 = 1.2$	$46 + 1.2 -$ $- 1.2 = 46$	0.15	$z_2 = 46 \pm 0.175$	$z_2 = 1.2 \pm 0.37$ $z_4 = 46 \pm 0.25 - 0.46 \pm 0.07 + 1.2 \pm 0.37 =$ $= 1.2 \pm 0.32$

Радіус закруглення зовнішніх кутів на глибину площини рівчака штампу
 $R=0.5$ мм.

Допустимі відхилення розмірі:

$\varnothing 20\text{мм} = 23\text{мм}$ $0.9^{+0.6}_{-0.3}$

$\varnothing 27\text{ мм} = 29\text{мм}$ $0.9^{+0.6}_{-0.3}$

$\varnothing 33.6\text{ мм} = 36\text{мм}$ $0.9^{+0.6}_{-0.3}$

$L=46\text{ мм} = 48\text{мм}$ $1.0^{+0.7}_{-0.3}$

$L=61.71\text{ мм} = 64\text{мм}$ $1.0^{+0.7}_{-0.3}$

Незазначені допуски радіусів закруглення для $r_{\text{зов.}} = 3.5\text{мм} - 1\text{мм}$.

Допустимі відхилення ві площинності – 0.6 мм.

Допусм авелчина за лишкового облюю – 0.7 мм.

Допустимі відхилення від співвісності виїмки – $50 \times 0.01 = 0.05$ мм – прийняти 0.5 мм.

Допустима ве личчина а суміщення по пверхні рознім ня штампугу – 0.2 мм.

Допустма вличчина заусенців – 1 мм.

Штампувльні ухили: зовнішні – 7° , внутрішні – 10° .

2.5 Вибір методів обробки

В якості базоої техногії ми орали заводський технологчний процес на деталь "Вал" при серійноам вирбництві. Вид загоовки – поковка. Технологічний процес виготоеннядетлі редставлений у вигляді таблиці 2.1:

Таблиця 2.1 – Технологічний процес виготовлення деталі "Вал-шестерня конічна"

№ п/п	Назва операції	Ескіз операції	Назва обладнання
1	2	3	4
1	000 Заготівельна		

Продовження таблиці 2.1

2	<p>005 Розміточна А.Встаовити, Закріпити. 1.Рзмітити і свердлити 2 центрових отвори М48 на L=106 2.Зенкувати фаски 3.Фрезерувати частину торця під центровий отвір</p>		<p>SU90A, патрон 4 – х кулачковий ДСТУ EN 13788:2008</p>
3	<p>010 Токарна (чорнова) А.Всаовити, закріпити 1.Перевірити розміри заготовки 2.Ромітити довжину шийок. 3.Точки з припуском 10 мм на діаметр,5 мм на торець з переустановкою</p>		<p>SU90A, патрон 4 – х кулачковий ДСТУ EN 13788:2008</p>
4	<p>Кнтрольна Контроль ВТК Превірити твердість заготовки НВ 223...262 У випадку невідповідності тведості відравити на повторну ТО</p>		

Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

КНУ.КБР.131.24.1-02.02.АСПД

Лист

14

Продовження таблиці 2.1

№ п/п	Назва операції	Ескіз операції	Назва обладнання
1	2	3	4
5	020 Токарна (чистова) А.Встановити, Виіти, закіпити 1.Точити деталь остаточно до розмірівкрслення з переустановк.		SU90A, патрон 4 – х кулачковий ДСТУ EN 13788:2008
6	025 Фрезерна А.Встановити, Закріпити 1.Фрезерувати 12 шліців, витримуючи $\varnothing 295 \times \varnothing 320 \times$ $30_{-0.28}^{+0.14}$ L=355 з двох сторін з переустановкою		6642
7	Слюсарна		
8	Контрольна		

2.6 Вибір конструкторських, технологічних і вимірювальних баз

Одним з найбільш складних і пинципових розділів проєктування технологічних процесів мехнічної бробки яляється призначенн тхно ло гічних і вимірювальних баз.

Від правильного виору ехнологічних бз в значній ступені залежить фактична точність виконано розмірі, заданих конструктором, пр авильність взаємного

розташування обр облювиф них поверхн ь, ступн складності пртроїв, різальних інструментв , загална осліовні сть обробки заготовки.

Для призначення технологічних баз вихідними даними :

- складальне крсленя вузла або виробу,
- креслення деталі
- умови вробництва

В основі методики вибору технологічних баз лежать два принципа

- суміщення (єдності) баз
- сталості ба

Врахвуючи вищесказане, оснвними базамидля ва лів являються поверхні його опорних ийо к. Однак вик ристання їх в якості техноло чних баз для обробк зовнішніх поверонь, як правило, скадо, особливо при умові збереенняєдності баз, щоуже важлив при автоматизії технологічного процесу.

Тому при більшості операцій за ехнолгіні бази приймают поверхні центрових отвірв з бох торці заготов ки, щ доволить оброблювати майже всі зовнішні поверфухні вала на єдиних ба зах з установкою йогцентрах.

У зв'язк у з цим, механіч нуіобробку валу починаємо з операції підготовки технологічних баз – фрезерування торців і їх зацентровки.

трьохкулачковому патрон

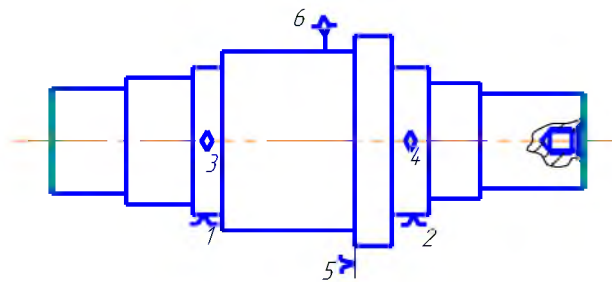


Рисунок 2.1 – Теоретична схема базування деталі на фрезерно – центрувальній операції

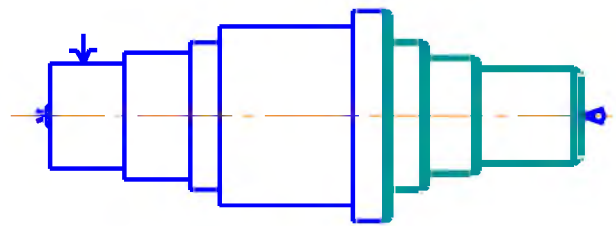


Рисунок 2.2 – Реалізація теоретичної схеми базування деталі на токарній операції

Вибір і обґрунтування послідовності обробкк поверхонь

На всі пов ерхн призначаємо кількість олідовних перехдів з поступовим наближеннм до необхідні точ ності а шорсткості. Данні предствлені у вигляді таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Вибір і обґрунтування послідовності обробки поверхонь деталі вал.

№ поверхні, розмір	Найменування переходів	Шорсткість, Ra	Точність, IT
1	2	3	4
Зовнішня шліцьова Поверхня 36,37	Чорнове точіння	6,3	12(h12)
	Чистове точіння	3,2	9(h9)
	Фрезерування шліців	3,2	7(f7)
Зовнішня Циліндрична поверхня 30,19-Ø360m6	Чорнове точіння	6,3	12(h12)
	чистове точіння	3.2	9(h9)
	Шліфування попереднє	3.2	7(h7)
	Шліфування остаточне	1.6	6(m6)
Зовнішня Циліндрична поверхня 26,11-Ø390	Точіння одноразове	6,3	12(h12)
Зовнішня Циліндрична поверхня 25-Ø400u8	Чорнове точіння	6,3	12(h12)
	Чистове точіння	3,2	8(u8)
Зовнішня Циліндрична поверхня 24-Ø430	Точіння одноразове	6.3	12(h12)
Торцеві поверхні 6,18 – 1670,2,3	Фрезерування	6.3	12(h12)
Торцеві поерхні 15,22,23,27,28,7	Підрізання одноразове	6.3	11(h14, h11)
Фаски 4,8,13	Точіння одноразове	6,3	12(h12)
Радіуси 10,16,20,21,29,35	Точіння одноразове	6.3	12(h12)

Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.КБР.131.24.1-02.02.АСПД

Лист

17

2.7 Оцінка надійності технологічних систем по параметрам точності

Визначення можливості застосування розглядаємо технологічного процесу для виготовлення продукції з визначеними параметрами якості; оцінка зміни точнісних характеристик технологічних систем в часі і визначення їх відповідності вимогам, встановленим в науково-технічній документації; отримання інформації для регулювання технологічного процесу (операції).

Контроль точності технологічних систем слід проводити по альтернативному або якісному признаку. При оцінці по альтернативному признаку перевіряють відповідність параметрів технологічного процесу за об'єктивними вимогами, встановленими в науково-технічній документації. Цей контроль слід виконувати в наступних випадках в відповідності з ДСТУ 2860-94 «НАДІЙНІСТЬ ТЕХНІК Терміни та визначення».

1. Розробка технологічних процесів на етапі технологічної підготовки виробництва

Основними процесами в машинобудуванні є механічне складання і обробка, на частку якої доводиться найбільш велика частка загальної трудомісткості виготовлення машин. Виробництво машин і устаткування, дозволяючи виключити вживання ручної малокаліфікованої праці, значно скорочує термін виробництва за рахунок автоматизації виробництва.

Найважливішою задачею автоматизації скорочення часу виготовлення і допоміжного часу виробництва. Автоматизація технологічного процесу може розглядатися як впровадження комплексної механізації виробництва, забезпечуючи успішне виконання учасниками більш економічною і продуктивною роботою машин.

2. Керування технологічними процесами.

Контроль точності технологічних систем по кількісному признаку виконується в випадках, коли відбувається:

- 1) Розробка технологічних процесів на етапі технологічної підготовки виробництва;
- 2) Вибір методів і планів статистичного регулювання технологічних процесів (операцій)
3. Заміна, модернізація або ремонт засобів технологічного оснащення;

Частини виробничого устаткування, оруддя, вироби і заготовки, що переміщуються стружкою в робочих матеріалах, солки інструментів, висока температура поверхні оброблюваних деталей інструментів, ідентична напруга в електричній мережі, наявність в атмосфері електромагнітних випромінювань, висока вологість повітря, температура, шкідливі фактори, характерні для процесу різання, таке як підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони; високий рівень шуму і вібрації; недостатня освітленість робочої

зони; наявність прямого і відбитих відблисків; підвищена пульсація світлового потоку.

4. Удосконалення технологічних систем в частині підвищення їх надійності і якості виготовлення продукції. Підвищення родитивності естатів з ЧПУ значною мірою залежить від технічного рівня допоміжного інструменту, що забезпечує можливість всіх складових частин – калібрів у певний час

Основний час скорочується завдяки впровадженню режимів різання, що може бути забезпечено в результаті використання інструменту, що володіє високою жорсткістю і зменшеною витратою матеріалу при закріпленні ручного інструменту, оснащеного твердими сплавами і надтвердими матеріалами. Цей час може бути також скорочено концентрацією переходів при вживанні агатованих голівок, а також за рахунок вживання інструментів, що виключають вплив відцентрових сил на точність обробки.

Для скорочення витрат часу при зміні нашого інструменту на верстаті, для скорочення трудоемкості верстатників, підвищення продуктивності, стабілізації якості та полегшення праці обслуговуючого персоналу потрібно автоматизувати зажим інструменту на верстаті. В нашому випадку ми автоматизуємо зажим інструменту центрального свердла.

Для оцінки надійності технологічних систем по параметрам точності слід використовувати розрахункові, дослідно-статистичні методи, а також метод квалітетів по ДСТУ 2860-94. Области їх використання приведені в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Области використання різних методів оцінки надійності технологічних систем

Область застосування	Вид оцінки	
	Кількісна	Альтернативна
Технологічна підготовка виробництва	Розрахункові методи	Метод квалітетів
Виготовлення продукції	Дослідно-статистичні методи	

Розрахункові методизаснавання:

- на використанні математичних моделей змін параметрів квалітету продукції, що виготовляється за параметрами технологічного процесу з урахуванням фізики відмови і наявних архівних даних про властивості технологічних систем даного класу;
- на використанні даних про законності змін в часі факторів, що впливають на один або одночасно декілька параметрів якості продукції.

З розрахункових методів п'яти чотирьох засосовуються

1. Метод функцій, що включається в розрахунок характеристик зміни математичного очікування дисперсії

2. Метод елементарних похибок, заснований на розрахунку сум арецної похибки контролюємо гоп кпцар метра, вихдячи з відомих значень елементарних похибок.

Сумарна похибка в цьому випадку

$$\omega = \delta_{\Sigma} = K \sqrt{\lambda_1 \Delta_1^2 + \lambda_2 \Delta_2^2 + \dots + \lambda_n \Delta_n^2}$$

де $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n$ – граничне значення елементарних похибок;

K – коефіцієнт ризику;

$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ – коефіцієнти, що враховують закон розподілення елементарних похибок при рівно ймовірному їх виході обидві межі поля допуску.

$$P = 100[1 - 2F(K)], \%$$

де P – ймовірний відсоток браку.

Значення коефіцієнту K може бути визначено по табл. 2.2

Таблиця 2.2 – Значення коефіцієнту K

Значення коефіцієнту K							
$P, \%$	32,00	10,00	4,50	1,00	0,27	0,10	0,01
K	1,00	1,65	2,00	2,57	3,00	3,29	3,89

В технологічних розрахунках частше всього риймається $P = 0,27\%$ і $K = 3,00$. Коефіцієнти $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ розраховують по ДСТУ 2860-94 при статистичних даних про закон розподілення елементарних похибок. При нормальному законі розподілення коефіцієнти $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ дорівнюють 0,111.

Для забезпечення надійності технологічних операцій по точності необхідно, щоб

$$\delta_{\Sigma} < T,$$

де T – допуск на параметр, що контролюється

Метод валітетів заснований на порівнянні значень параметрів технологічної системи, що вимірюються згідно з встановленими значеннями, встановленими в довідковій і нормативній документації в порівнянні з квалітетівочністю застосовуваних засобів технологічного оснащення і засобів виробництва.

Оцінка точності методом валітетів

Оцінюють точність токарної операції методом валітетів. Вихідні дані – операція виконується на окремому верстаті з ЧПК, аготока – пруток зі сталі 35 ХБФА. Δ_3 – аксимальне можливе зміщення ріжучої кромки різця 12мм. На обробку 28h дорівнює 84 мкм

Знаходимо, що допуск на діаметр зразка-виробу по діаметру в поперечному розрізі дорівнює 80 мкм

$$\delta_{\Sigma} = \Delta_{зр} + 2\Delta_3,$$

де $\Delta_{зр}$ – допуск на діаметр зразка-виробу;

Δ_3 – максимальне можливе зміщення ріжучої кромки різця.

$$\delta_{\Sigma} = 80 + 2 \cdot 12 = 104$$

Порівнюючи величину δ_{Σ} з допуском a обробки контролюемого параметра $28h10$, робимо висновок про те, що точність розглядаємої операції δ_{Σ} слід вважати незадовільною.

Дослідно-статистичні методи засновані на вимірюваннях параметрів кваліфікації вибіток, вибіркового середнього і дисперсії технологічної системи і її елементів. Вони засновані на розрахунку \bar{x} , S , їх довірчих інтервалів заступників визначенням критерію згоди Пірсона χ^2 , що визначає досвідченість об'єкта закону розподілення.

При контролі по кількісній ознаці визначаються наступні показники точності технологічної системи:

1. Коефіцієнт точності (по контролюемому параметру)

$$K_T = \frac{w}{T},$$

де w – поле розсіювання або різниця максимального і мінімального значень контролюемого параметра з встановленому виробку технологічної системи, що визначається з довірливою ймовірністю за виразом

$$w = l(\gamma) \times \sigma,$$

де $l(\gamma)$ – коефіцієнт, що залежить від закону розподілення контролюемого параметра і величини γ (коефіцієнт ризику).

При $\gamma=0,9973$ (нормальний закон)

$$w = 6\sigma,$$

де σ – середнє квадратичне відхилення контролюемого параметра;

T – допуск на контролюемий параметр.

$$K_T = K_{T.н.} < 1,$$

де $K_{T.н.}$ – нормативне (граничне), технічно обґрунтоване значення $K_{T.н.}$.

2. Коефіцієнт миттєвого розсіювання

$$K_p(t) = \frac{w(t)}{T}$$

де $w(t)$ – поле розсіювання контролюемого параметра в момент часу t (відноситься до миттєвої вибірки).

3. Коефіцієнт суміщення (контролюемого параметра)

$$K_c = \frac{\Delta(t)}{T}$$

де $\Delta(t)$ – значення відхилення контролюемого параметра відносно середини поля допуску в момент часу t :

$$\Delta(t) = |x(t) - x_0|,$$

де $x(t)$ – значення контролюемого параметра;

x_0 – значення параметра, що відповідає середині поля допуску (при симетричному полі допуску x_0 співпадає з номінальним значенням $x_{ном}$)

					<i>КНУ.КБР.131.24.1-02.02.АСПД</i>	Лист
						21
Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Коефіцієнт запасу точності

$$K_3(t) = 0,5 - K_c(t) - 0,5K_p(t).$$

Величина $K_3(t)$ повинна бути більше 0.

Визначити еличину $K_3(t)$ при наступних вихідних даних:

Розмір, що контролюється $40 \pm 0,1$ мм;

$$T = 0,2 \text{ мм}; \omega(t) = 0,12 \text{ мм}; x(t) = 40,05 \text{ мм}.$$

$$\Delta(t) = x(t) - x_0 = 40,05 - 40,00 = 0,05 \text{ мм}.$$

$$K_p(t) = \frac{\omega(t)}{T} = \frac{0,12}{0,2} = 0,6;$$

$$K_c(t) = \frac{\Delta(t)}{T} = \frac{0,05}{0,2} = 0,25$$

$$K_3(t) = 0,5 - 0,25 - 0,5 \times 0,6 = - 0,05.$$

Так як величина $K_3(t) < 0$, то в даному випадку відсутній заас точності по параметру, контролюється.

2.8 Розробка маршрутно-операційної технології обробки деталі

Розрахунок і вибір ржимів різання, нормування технологчних операцій

Розрахунков-аналітичний метод розрахунок режимів різання ми розглянемо на прикладі токарної операції, який приведений ниже.

Операція 010 – токарна з ЧПК

Деталь - вал

Матріал – сталь 35ХМФА

Точність обробки поверхонь:

1,2 – IT 9

3,4 – IT 12

Шорсткість поверхні :

1,2 – Ra = 3,2 мкм

3,4 – Ra = 6,3 мкм

Заготовка – поковка

Стан поверхні - з коркою

Маса заготовки = 1577,85 кг.

Припуски на обробку поверхонь:

1 – 20 мм

2 – 15,95 мм

					<i>КНУ.КБР.131.24.1-02.02.АСПД</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		22

3 – 20 мм

4 – 20 мм

Верстат: 16К30Ф305

Паспортні дані:

- частота обертання шпинделя, хв^{-1} :
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
- діапазон подач, $S_{\text{хв}}$ - мм/хв.:
по всі координат $x - 1 - 1200$
по вісі координат $z - 1 - 1600$

Найбільшасила, допустима:

- механізмом повздовжньої подачі – 8000Н
- механізмом поперечної подачі – 3600 Н

Потужність приода го ловного руху – 22 КВт

1.Вибір глибини різання :

попередня обробка :

пов.1 – 7,5 мм

пов.2 – 5,475 мм

пов.3 – 10 мм

пов.4 – 10 мм

остаточна обробка:

пов.1 – 2,5 мм

пов.2 – 2,5 мм

Розроблений маршрут обробки деталі зробмо у вигляді таблиці 2.1, яка приведен а нижче

Таблиця 2.1 – Маршрут обробки деталі “Вал”

№ операції	Найменування операції	№ п/п оброблюваної поверхні	№ базованої поверхні	Тип та модель верстата
1	2	3	4	5
000	Заготовча			Прес гідравлічний
001	Термообробка			Термічна піч
005	Фрезерно - центрувальна	6,18,23	39,19,23	Фрезерно – центрувальний н/а мод.2913
010	Токарна з ЧПК	37,19,15,11,13,24,10	2,3	Токарний верстат з ЧПК мод.16К30Ф305

Продовження таблиці 2.1

015	Токарна з ЧПК	37,39,29,26,8,9,25,10,13	2,3	Тоарний верстат з ЧПК мод. 16К30Ф305
020	Горизонтально-розточна	32,33,45,41,42,43	2,3	Горизонтально-розточний м.2636Ф1
030	Шліцефрезерна	36,37,17	2,3	Шліцефрезерний горизонтальний н/а м.5350В
040	Круглошліфувальна	39,19	2,3	Круглошліфув. Верстат м.3М174Е

Розробка технологічних операцій

Нумерація поверхн згідно з креслення скізів операцій, розділу

Таблиця 2.2 – Послідовність технологічних операцій

№ операцій та переходів	1)Назва операції 2)Верстат 3)Зміст переходів технологічних операцій	Верстатне пристосування	Інструменти: ріжучий, допоміжний, вимірювальний
1	2	3	4
000 001 005	Заготовка Поковка за ДСТУ 9182:2022 Терообробка Нормалізація НВ 223...262 Фрезеро – центрувальна Верстат Фрез. – центр.н/а мод.2913 1.Фрезерувати одночасно два торці, витримуючи розмір 167, 2.Свердлити центрові отвори з вох боків	Пристрій затискний з механізованим приводом	Фреза торцева право різальна 2214 – 0317 ISO 2587:1972 D=500,L=71,z=44 Фреза торцева ліворізальна 2214-0318 ISO 2587:1972 Свердло центровочне 2317-0309 ДСТУ ISO 2540:2018 d=43,L=150 Штангенциркуль

Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.КБР.131.24.1-02.02.АСПД

Лист

24

Подовження таблиці 2.2

1	2	3	4
010	Токарна з ЧПК Токарний верст. з ЧПК мод.16К30Ф305 А 1.Точити за програмою поверхні попередньо витримуючи розміри 1,2,3,4,8,9,10,11,12,13 2.Точити за програмою поверхні остаточно витримуючи розміри 1,7,8,5,6,2,9	Патрон 7160 – 0001 ISO 22514-1:2014 Центр ДСТУ ГОСТ 2582:2017	ШЦ – Ш -800-2000 Різець 2103-0721 Т14К8,Т30К4 ISO 514:2014, h×b = 32×25, L=170, Різцетримач 6701- 000 ДСТУ ГОСТ 13568:2006, Штангенциркуль ШЦ –Ш – 250 -800 ДСТУ ГОСТ 166:2009
015	Токарна з ЧПК Токарний верст. з ЧПК мод.16К30Ф305 А 1.Точити за програмою поверхні попередньо витримуючи розміри 1,2,3,4,8,9,5,6,14,12 2.Точити за програмою поверхні остаточно витримуючи розміри 1,7,15,2,9,8	Патрон 7160 – 0001 ISO 22514-1:2014 Центр ДСТУ ГОСТ 2582:2017	Різець 2103-0721 Т14К8,Т30К4 ISO 514:2014, h×b = 32×25, L=170, Різцетримач 6701- 000 ДСТУ ГОСТ 13568:2006, Штангенциркуль ШЦ –Ш – 250 -800 ДСТУ ГОСТ 166:2009
020	Горизонтально – розточна Горизонтально – розточний верстат мод.2636Ф1 1.Свердлити 6 отворів, витримуючи розміри 2,3,4,5 з двох боків 2.Нарізати різьбу в отворах, витримуючи розміри	Пристрій затискний	Свердло 2301 -0908 ДСТУ ГОСТ 12121-77 d= 17,1,L=200,Р6М5 Втулка 6103 – 0807 Мітчик 2620 – 0301 ISO 529:2017 М20 Р6М5

Подовження таблиці 2.2

1	2	3	4
030	Шліцефрезерна Зубофрезерний верстат мод.5В370 А. 1.Фрезерувати 12 шліців витримуючи розміри 1,2,3,4,5,6,7	Центри ДСТУ ГОСТ 2582:2017	Фреза
035	А. Фрезерувати 12 шліців в розмір 5.	Центри ДСТУ ГОСТ 2582:2017	Фреза
040	Круглошліфувальна Круглошліфувальний верст.мод.3М174Е А Шліфувати поверхні попередньо витримуючи розміри 1,2,3 2.Шліфувати поверхні остаточно витримуючи розміри 1,2,3	Центр обертний ДСТУ ГОСТ 2582:2017Хам утик 7107 -0103 ДСТУ EN 335-1:2010	Круг шліфувальний 600×63×305 2УА16НС26К8 Оправка Калібр –скоба 360 т6 ДСТУ ISO 1502:2006

Розрахунок між операційних розмірів припусків на обробку
Аналітичний розрахунок припусків на зовнішн цилінічну поверхню 19
Ø360 т6^{(+0,057}_{+0,021}) [11 ст.193]

					<i>КНУ.КБР.131.24.1-02.02.АСПД</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		26

Таблиця 2.3 – Розрахункова карта

Елементарна поверхня деталі та технологічний маршрут її обробки	Квалітет точності	Елементи припуску				Розрахунковий припуск $2Z_{\min}$	Розрахунковий мінімальний розмір, мм	Допуск на виготовлення T_d , мкм	Прийняті розміри по переходам, мм		Отримані граничні припуски мкм	
		R_z	h	Δ	ε				d_{\max}	d_{\min}	$2Z_{\max}$	$2Z_{\min}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9				
Заготовка	14	125 0	125 0	125 1,6	-	-	369,3	16000	385,3	369,3	-	-
Обтачування чорнове	12	250	250	75,1	50 0	2× 3847,8	361,6	570	362,17	361,6	23,1 3	7,7
Точіння чистове	10	40	40	50,1	-	2×575, 1	360,4 20	140	360,56	360,4 20	1,61	1,18
Шліфування попереднє	8	10	20	37,5	-	2×130, 1	360,1 56	57	360,21 3	360,1 56	0,34 7	0,264
Шліфування остаточне	6	5	15	-	-	2×67,5	360,0 21	36	360,05 7	360,0 21	0,15 6	0,135

Таблиця 2.4 – Розрахункова карта

Назва поверхні, технологічний маршрут її обробки	Параметр шорстк. R_a , мкм	Квалітет	Операційні припуски, мкм		Допуск T , мкм	Операційні Розміри, мкм	Прийняті Розміри, мм
Зовнішня шліцьова поверхня 36,37 - $\varnothing 320_{-0,07}^{-0,12}$ Розмір заготовки	50	16(h16)	10	20	20	340	340±10
Точіння чорнове	6,3	12(h12)	7,5	15	0,57	325	325-0,57
Точіння чистове	3,2	9(h9)	2,5	5	0,14	320	320-0,14
Фрезерування шліців	3,2	7(f7)	12,5	25	0,05	320	320 $_{-0,12}^{-0,07}$
Зовнішня циліндрична поверхня 30,19 - $\varnothing 360_{m6}$ Розмір заготовки	50	16(h16)	10	20	20	380	380±10
Точіння чорнове	6,3	12(h12)	5,475	10,95	0,57	369,05	369-0,57
Точіння чистове	3,2	9(h9)	2,5	5,0	0,14	364,05	364,05-0,14
	3,2	7(f7)			0,057	361,05	

Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

КНУ.КБР.131.24.1-02.02.АСПД

Лист

27

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8
Шліфування попереднє Шліфування остаточне	1,6	6(m6)	1,5 0,525	3,0 1,05	0,036	360	361,05- 0,057 360 ^{+0,057} _{+0,021}
Зовнішня циліндрична поверхня 26,11 - Ø390 _{-1,4}	50 6,3	16(h16) 14(h14)	10 10	20 20	20 1,4	410 390	380±10 390 _{-0,57}
Розмір заготовки Точіння одноразове	50 6,3	16(h16) 12(h12)	12,5 10,0	25 20	0,63 0,097	425 405 400	425±10 405-0,63 400 ^{+0,587} _{+0,49}
Зовнішня циліндрична пов.24- Ø430	50 6,3	16(h16) 12(h12)	10 10	20 20	20 0,63	450 430	450±10 430-0,63
Розмір заготовки Точіння одноразове	50 6,3	16(h16) 12(h12)	60 30×2		20 1,5	1730 1670	1730±10 1670-1,5
Торцеві поверхні 6,18- 1670 Розмір заготовки Фрезерування							

Розрахнок міжопераційних розмірів і припусків на обробку

Для розрахунків беремо саму точну і чисту поверхню 19 - Ø360 m6(^{+0,057}_{+0,021})

Таблиця 2.5 – Розрахунок операційних розмірів та припусків на обробку

№ розмірного ланцюга	Рівняння розмірного ланцюга	Вихідні значення	Номинальний технічний розмір	Допуск техніч. розміру	Технічний розмір	Уточнене значення припусків
1	2	3	4	5	6	7
1	$S_1 = S_2 + z_2$	$S_2 = 61.71 \pm 0.23$ $z_2 = 1.2$	$62.51 - 1.2 =$ $= 63.71 = S_1$	1.2	$S_1 = 63.71 \pm 0.6$	$z_2 = 63.71 \pm 0.6 -$ $62.51 \pm 0.23 = 1.2 \pm 0.37$
2	$S_2 = S_4 + z_3$	$S_4 = 61.71^{+0.13}_{-0.15}$ $z_3 = 0.8$	$61.71 - 0.8 =$ $= S_2$	0.46	$S_2 = 62.71 \pm 0.23$	$z_3 = S_2 - S_4 = 62.71 \pm 0.23 -$ $- 61.71^{+0.13}_{-0.15} = 0.8^{+0.1}_{-0.08}$
3	$S_3 = S_5 + z_3 - z_5$	$S_5 = 46 \pm 0.023$ $z_3 = 0.8$ $z_5 = 0.8$	$46 \pm 0.8 - 0.8 =$ $= 46 = S_3$	0.05	$S_3 = 46 \pm 0.025$	$z_3 = 0.8^{+0.1}_{-0.08}$ $z_5 = 46 \pm 0.025 - 46 \pm 0.023 +$ $+ 0.8^{+0.1}_{-0.08} = 0.8^{+0.102}_{-0.082}$
4	$Z_1 = S_1 + z_1$	$S_1 = 63.71 \pm 0.6$ $z_1 = 1.8$	$63.71 - 1.8 =$ $= 65.51$	1.6	$Z_1 = 65.51 \pm 0.8$	$z_1 = Z_1 - S_1 = 65.51 \pm 0.8 - 63.71 \pm 0.6 =$ $= 1.8 \pm 0.8$
5	$Z_2 = S_3 + z_2 - z_4$	$S_3 = 46 \pm 0.025$ $z_2 = 1.2$ $z_4 = 1.2$	$46 + 1.2 -$ $- 1.2 = 46$	0.15	$Z_2 = 46 \pm 0.175$	$z_2 = 1.2 \pm 0.37$ $z_4 = 46 \pm 0.25 - 0.46 \pm 0.07 + 1.2 \pm 0.37 =$ $= 1.2 \pm 0.32$

2.9 Вибір технологічного устаткування. Розрахунок приводу

Розрахунок складу та кількості обладнан

Кількість обладнання розраховується по методці, виходячи з $T_{шт.к.}$ та програми випуску ви робів N_p :

$$C_p = \frac{T_{шт.к.} \cdot N_p}{F_{обл.} \cdot \eta}$$

де $F_{обл.}$ – фонд обладнання при роботі в дві зміни, год;

η – коефіцієнт виконання норм.

Розрахунок трудомістості і виготовлення деталі

Розрахунок трудомістості виготовлення деталі ведемо за наступною формулою:

$$T_P = T_{шт.к.} \cdot N_{зан}$$

де $T_{шт.к.}$ – штучно-калькуляційний час операції, (хв),

$N_{зан}$ – програма запуску, (шт).

$$N_{зан} = N + N_{ЗП} + N_B,$$

де N - річна програма випуску,

$N_{ЗП}$ - кількість запасних деталей, становить 10% річної програми,

N_B - кількість деталей, що можуть містити брак, 5% річної програми.

$$N_{зан} = 2000 + 200 + 100 = 2300 шт.$$

Таблиця 2.1 – Склад та завантаження обладнання

Назва обладнання	Модель верстату	Габаритні розміри верстата $L \times B \times H$, мм	$\eta = \frac{S_p}{S_e}$ %
1	2	3	4
Фре зерно-центрувальний н/а	2913	3150×1450×1700	23
Верстат токарний Патроно -центровий з ЧПК	16К30Ф305	4200×2530×1600	62
Верстат токарний Патроно -центровий з ЧПК	16К30Ф305	4200×2530×1600	54
Горизонтально -розточний	2636Ф1	8160×5070×4805	39
Горизонтально-зубофрезерний	5В370	2700×2890×2170	88
Горизонтально-зубофрезерний	5В370	2700×2890×2170	88
Круглошліфувальний верстат	3М174Е	6710×3100×2100	58
$\eta_{ср}$, %			41,2

Проектування механоскладального цеху

Вихідні дані для проектування

Вихідні дані на проектування механоскладальної ділянки або цеху заносимо у таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Вихідні дані на проектування

Найменування деталі та матеріал	Річна програма випуску, шт	$T_{шт.к.}$, хв	Вага/габарити деталі
1	2	3	4
Вал	2000	244,9	1236
Кришка	8000	109,4	51,5

Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.КБР.131.24.1-02.02.АСПД

Лист

30

Відомості про основне технологічнеобладнання заносимо у таблицю 2.3

Таблиця 2.3 – Відомості про основне технологічне о бладнання

Модель верстата	Габаритні розміри верстата $L \times B \times H$, мм	Вага верстата, кг	Енергоємність верстата, кВт
1	2	3	4
Вал			
2913	3150x1450x1700	17000	4,4
16К30Ф305	4350x2200x1600	7400	22
16К30Ф305	4350x2200x1600	7400	22
2636Ф1	8160x5070x4805	35700	19
5В370	2700 x 2890x2170	21000	19
5В370	2700 x 2890x2170	21000	19
3М174Е	6710 x 3100x2100	11500	30
Кришка			
1512Ф3	2880 x 3610x5615	15000	55
1512Ф3	2880 x 3610x5615	15000	55
2А620Ф2-1	6070 x 3970x3200	18000	11
6Р13Ф3-37	3200 x 2465x2670	5560	7,5

Розрахунок трудомісткості виготовлення деталі

Розрахунок трудмісткості виготовлення деталі ведем за формуло

$$T_P = T_{шт.к.} \cdot N_{зан}$$

де $T_{шт.к.}$ – штучно-калькуляційний час операції, (хв),

$N_{зан}$ – програма запуск, (шт).

$$N_{зан} = N + N_{зп} + N_B$$

де N - річна програма випуску,

$N_{зп}$ - кількість запаних детал, стновить 10% річної рограми,

N_B - кількість деталей, що можуть містити брак, 5% річної програми.

$$N_{зан} = 2000 + 200 + 100 = 2300 шт$$

$$N_{зан} = 8000 + 800 + 400 = 9200 шт$$

Розрахунки по виначенню трудомістксті виготвлення деталей зводяться в таблицю 2.4

Таблиця 2.4 – Розрахунок трудомісткості виготовлення деталі

Модель верстата	Операція	$T_{шт.к.},$ хв.	$T_P,$ хв.	$T_P,$ год.
1	2	3	4	5
2913	Фрезерно - центрувальна	10,5	24150	402,5
16К30Ф305	Токарна з ЧПК	93,7	215510	3591,3
2636Ф1	Горизонтально –розточна	16,6	38180	636,3
5В370	Шліцефрезерна	75	172500	2875
3М174Е	Круглошліфувальна	49,1	112930	1882,2
1512Ф3	Токарно –карусельна з ЧПК	76,7	705640	11760,6
2А620Ф2-1	Горизонтально – розточна	16,9	155480	2591,3
6Р13Ф3-37	Фрезерна	15,8	145360	2422,6
			ΣT_P	26161,8

Визначення складу і кількості основного технологічного устаткування

Розрахунок кількості основного технологічного устаткування виконується за формулою:

$$S_P = \frac{T_P}{F_D \cdot m \cdot \eta_3},$$

де F_D — річний дійсн фонд роботи обладнання, становить 2030год ,

m — кількість змін, дорівнює 1,

η_3 — нормований коефіцієнт навантаження, $\eta_3 = 0,8$.

Прийнята кількість обладнання найближче – більше ціле число S_{II}

Визначимо коефіцієнт завантаження верстатів:

$$\eta = \frac{S_P}{S_{II}} \cdot 100\%$$

Результати розрахунків зводяться в таблицю 2.5

Таблиця 2.5 – Кількість та коефіцієнт завантаження основного технологічного обладнання

Модель верстата	$T_P,$ год.	S_P	S_{II}	$\eta,$ %	примітки
1	2	3	4	5	6
2913	402,5	0,25	1	25	
16К30Ф305	3591,3	2,2	3	73,3	
2636Ф1	636,3	0,39	1	39	
5В370	2875	1,77	2	88	
3М174Е	1882,2	1,16	2	58	
1512Ф3	11760,6	7,2	8	90	

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6
2А620Ф2-1	2591,3	1,59	2	79,5	
6Р13Ф3-37	2422,6	1,49	2	74,5	
	21	65,9			

Середній коефіцієнт завантаження визначається за формулою:

$$\eta^{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n \eta}{n}$$

$$\eta^{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n (25 + 73,3 + 39 + 88 + 58 + 90 + 79,5 + 74,5)}{8} = 65,9\%$$

Графік завантаження технологічного устаткування по осі ординат відкладається коефіцієнт завантаження η у %, по осі абсцис моделі і кількість основного технологічного устаткування.

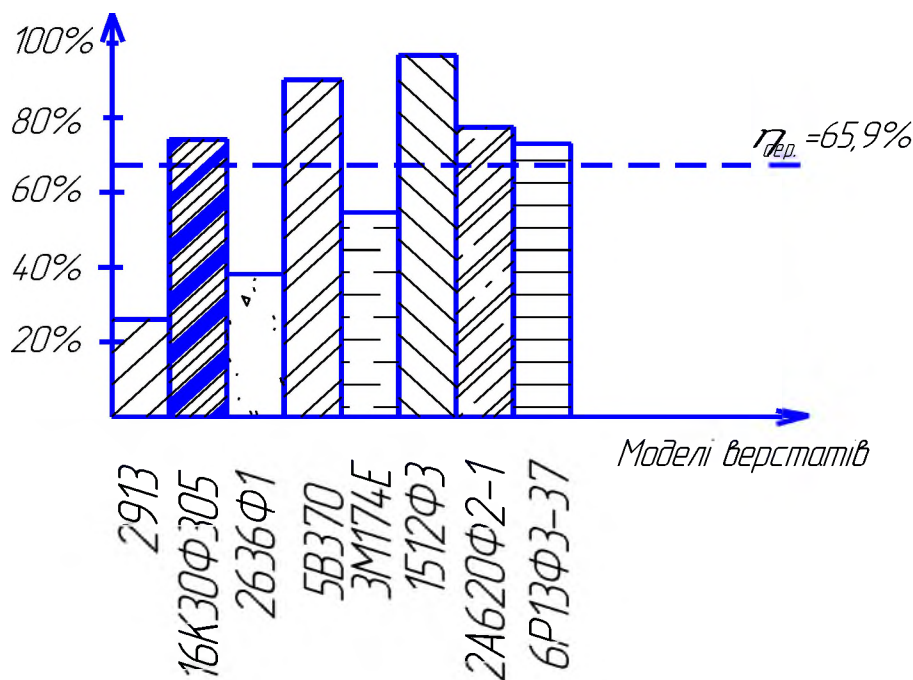


Рисунок 2.1 – Графік завантаження технологічного устаткування

Для виготовлення деталей механізму Лебідк підйомної необхідне наступне верстатне обладнання.

Таблиця 2.6 Відомості про ехнологічне обладнання.

Модель верстата	Кількість	Габаритні розміри верстата $L \times B \times H$, мм	Вага верстата, кг	Загальна Вага, кг	Енергоємність верстата, кВт	Загальна енергоєм
1	2	3	4	5	6	7
2Н135Ф2	4	6100x3950x3200	17500	70000	25	100
2620ВФ1	2	8100x4360x4100	21000	42000	18	36
6Т83Г-1	4	2570x2252x1770	3750	15000	11	44
3132	4	4100x2300x1720	4600	18400	10	40
1516	4	3350x3190x4100	20000	80000	30	120
6Р12	4	2560x2260x2120	4200	16800	14,12	56,5

Визначимо трудомісткість складання.

Трудомісткіст ск ладаннявиз нчають у проет ому від ноені до трудомісткості мханічної оббкк аналогічних виробів позаоводським або проектним даним.

Загальна труо місткість складаня, як а орианаурупненим спосіб ділиться по видам склдальних робіт

Визначивши трудомісткіст загальної зборки ,уточню ється остаточно трудомісткість програми складальної дільниці в залежності від виду робіт, які скбудуть виконуватися на діл ьниці,о проектується.

Визнаеня кілкости обчихмі сць і об ла днанн по трудомісткості складання усіх вузлів або виробі

По трудомісткості складання усіх узлів або виробів, які кладають річну програму, знаходить я кіккісьть робочих місць за формулою:

$$M_{ск} = \frac{T_{ск}}{F_{дл} \cdot P_{сп} \cdot K_{з.сп}};$$

$$T_{ск} = 0,5 \cdot \sum T_p = 0,5 \cdot 26161,8 = 13080$$

де , $T_{ск}$ – трудомісткість складання, год

$F_{дл}$ - дійсний річний фонробочого місця в год.;

$M_{ск}$ - розрахунква кілкість робочих місць.

$$M_{ск} = \frac{13080}{2030 \cdot 1 \cdot 0,8} = \frac{13080}{1624} = 8,05 \approx 9$$

Визначеня сладу і числа пацюючих у цеху

Проводимо розрахунок клькості осовних працівників.

Розрахунок кілкости верстатників даної професії виконуться за формуою:

$$R_o = \frac{T_p}{F_r \cdot k_m}$$

$$R_{ск} = \frac{T_{ск}}{F_r};$$

де, $T_{ск}$ – трудомісткість складання, год

T_P – річна трудомісткість робіт дл даного типу устаткування;

F_r – дійсний річний фонд асу робітника, становить 1820 год,

K_M – коефіцієнт багатостановності.

Число основни працівників приймається наближчим більшим цілим числом.
Результати розрахунку зводяться у таблицю 2.7

Таблиця 2.7 – Необхідна кількість верстатників

Верстат	T_P , год.	k_M	Кількість працюючих			
			Розрахункова	Прийнята	Професія	Розряд
1	2	3	4	5	6	7
2913	402,5	1	0,22	1	фрезерувальник	
16К30Ф305	3591,3	2	0,98	1	оператор	
2636Ф1	636,3	2	0,17	1	оператор	
5В370	2875	1	1,57	2	фрезерувальник	
3М174Е	1882,2	1	1,03	2	шліфувальник	
1512Ф3	11760,6	2	3,2	4	оператор	
2А620Ф2-1	2591,3	2	0,71	1	оператор	
6Р13Ф3-37	2422,6	2	0,67	1	фрезерувальник	
				13		

Продимо розрахунок кількості допоміжних працівників.

Кількість допоміжних працівників визначається у відсотку відношенні від кількості основних робочих:

$$R_{СК} = \frac{13080}{1820} = 7,1 = 8$$

$$R_e = (0,2 \dots 0,3) \cdot (R_0 + R_{СК}),$$

$$R_e = (0,2 \dots 0,3) \cdot 21 = 6,3 = 7.$$

Розраховуємо кількість інженерно-технічного персоналу:

$$R_{ІТТ} = (0,1 \dots 0,15) \cdot (R_0 + R_e),$$

$$R_{ІТТ} = (0,1 \dots 0,15) \cdot (13 + 7) = 3.$$

Розраховуємо кількість РКП:

$$R_{РКП} = (0,04 \dots 0,05) \cdot (R_0 + R_e),$$

$$R_{РКП} = (0,04 \dots 0,05) \cdot (13 + 7) = 1.$$

Розраховуємо кількість МОП:

$$R_{МОП} = (0,02 \dots 0,03) \cdot (R_0 + R_e),$$

$$R_{МОП} = (0,02 \dots 0,03) \cdot (13 + 7) = 0,57 \approx 1.$$

Розрахунки заносяться в таблицю 2.8

					<i>КНУ.КБР.131.24.1-02.02.АСПД</i>	Лист
						35
Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.8 – Зведена відомість загальної кількості працюючих у цеху

Категорія службовців		Всього	У % відношенні від кількості основних працюючих
Виробничі працівники	Верстатники	13	61
	Складальники	8	38
Допоміжні	Контролер	2	33
	Наладчик	2	
	Крановик	1	
	Заточувальник	2	
МОП		1	5
ІТР		3	14
РКП		1	5
Всього		33	-

Компонування і планування виробничих площ цеху

Попередні ром іри площин визначаються розраунком, а кінцеві – заміром промислової буділі цеху.

Загальна площа цеху складається основної виробничої площі, яку займають у цеху верстати, допоміжної та підсобної.

Допоміжна площа необхідна для здійснення допоміжних та обслуговуючих процесів виробництва. До них відносяться інструментальне забезпечення виробництва, ваення і переробка стружки, приготування і регенерація ЗОР, складська система, контроль продукції.

До підсобної площі відносяться магістральні проїзди та проходи.

Визначимо основну виробничу площу. Площа, яку займають верстати, визначається виходячи з кількості основного устаткування і його габаритів у плані:

$$S = n \cdot S_c$$

де n – кількість верстатів, т.;

S_c – площа, зайнята верстатом, m^2 ; (питома площа для верстатів та для його обслуговування, що складає для мілких верстатів 10...15 m^2 , для середніх верстатів 15...25 m^2 ; для крупних 30...45 m^2 на один верстат).

$$S_1 = 1 \cdot 30 = 30 m^2$$

$$S_2 = 3 \cdot 40 = 120 m^2$$

$$S_3 = 1 \cdot 45 = 45 m^2$$

$$S_4 = 2 \cdot 30 = 60 m^2$$

$$S_5 = 2 \cdot 40 = 80 m^2$$

$$S_6 = 8 \cdot 30 = 240 m^2$$

$$S_7 = 2 \cdot 40 = 80 m^2$$

$$S_8 = 2 \cdot 35 = 70 \text{ м}^2$$

$$S_9 = 4 \cdot 40 = 160 \text{ м}^2$$

$$S_{10} = 2 \cdot 45 = 90 \text{ м}^2$$

$$S_{11} = 4 \cdot 30 = 120 \text{ м}^2$$

$$S_{12} = 4 \cdot 35 = 140 \text{ м}^2$$

$$S_{13} = 4 \cdot 30 = 120 \text{ м}^2$$

$$S_{14} = 4 \cdot 30 = 120 \text{ м}^2$$

$$S_0 = \sum_{i=1}^n S_i,$$

$$S_0 = 30 + 120 + 45 + 60 + 80 + 240 + 80 + 70 + 160 + 90 + 120 + 140 + 120 + 120 = 1475 \text{ м}^2.$$

Визначимо допоміжну площу:

$$S_0 = S_{\text{маг}} + S_{\text{інстр}} + S_{\text{стр}} + S_{\text{ЗОР}} + S_{\text{заг}} + S_{\text{маст}} + S_{\text{ГП}} + S_{\text{ВТК}} + S_{\text{майстр}} + S_{\text{мех}} + S_{\text{енерг}}.$$

Розрахуємо площі для інструментального забезпечення цеху:

$$S_{\text{інстр}} = S_{\text{ІПК}} + S_{\text{КП}} + S_{\text{КА}} + S_{\text{ЗВ}}$$

де $S_{\text{ІПК}}$ - площа інструментально-роздавальної комори,

$S_{\text{КП}}$ - площа комори пристосувань,

$S_{\text{КА}}$ - площа комори абразивів,

$S_{\text{ЗВ}}$ - площа заточувального відділення.

$$S_{\text{ІПК}} = S_{\text{Н}} \cdot n,$$

де $S_{\text{Н}}$ - норма площини на верстат, дорівнює 1 м^2 .

$$S_{\text{ІПК}} = 1 \cdot 43 = 43 \text{ м}^2.$$

$$S_{\text{КП}} = S_{\text{Н}} \cdot n,$$

де $S_{\text{Н}}$ - норма площини на верстат, дорівнює $0,9 \text{ м}^2$.

$$S_{\text{КП}} = 0,9 \cdot 43 = 38,7 \text{ м}^2.$$

$$S_{\text{КА}} = S_{\text{Н}} \cdot n,$$

де $S_{\text{Н}}$ - норма площини на верстат, дорівнює $0,8 \text{ м}^2$.

$$S_{\text{КА}} = 0,8 \cdot 43 = 34,4 \text{ м}^2.$$

Для визначення площі заточувального відділення розрахуємо необхідну кількість заточувальних верстатів:

$$n_{\text{ЗВ}} = (0,02 \dots 0,03) \cdot n,$$

$$n_{\text{ЗВ}} = (0,02 \dots 0,03) \cdot 43 = 1,2 \approx 2.$$

$$S_{\text{ЗВ}} = S_{\text{Н}} \cdot n_{\text{ЗВ}},$$

де $S_{\text{Н}}$ - норма площини на верстат, дорівнює 12 м^2 .

$$S_{\text{ЗВ}} = 12 \cdot 2 = 24 \text{ м}^2.$$

$$S_{\text{інстр}} = 43 + 38,7 + 34,4 + 24 = 140 \text{ м}^2.$$

Площа відділення по збиран стружки становить $S_{\text{стр}} = 80 \text{ м}^2$.

Площа відділення для приготування і реєнерації ЗОР дорівнює $S_{\text{ЗОР}} = 40 \text{ м}^2$.

					<i>КНУ.КБР.131.24.1-02.02.АСПД</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		37

Розрахмо площі складів заготовок, готової продукції та мастил:

$$S_{заг} = (0,1 \dots 0,15) \cdot S_0,$$

$$S_{ГП} = (0,08 \dots 0,15) \cdot S_0,$$

$$S_{маст} = 0,12 \cdot n,$$

$$S_{заг} = (0,1 \dots 0,15) \cdot 1475 = 200 \text{ м}^2,$$

$$S_{ГП} = (0,08 \dots 0,15) \cdot 1475 = 180 \text{ м}^2,$$

$$S_{маст} = 0,12 \cdot 44 = 6 \text{ м}^2.$$

Визначимо площу відділу технічного контролю:

$$S_{ВТК} = (0,03 \dots 0,05) \cdot S_0,$$

$$S_{ВТК} = (0,03 \dots 0,05) \cdot 1475 = 72 \text{ м}^2.$$

Знаходимо площу магістральних проїздів та проходів:

$$S_{маг} = (0,1 \dots 0,15) \cdot S_0,$$

$$S_{маг} = (0,1 \dots 0,15) \cdot 1475 = 200 \text{ м}^2.$$

Площини для розміщення робочих приміщень інженерно-технічних робітників становлять:

$$S_{майстра} = 15 \text{ м}^2,$$

$$S_{механіка} = 22 \text{ м}^2,$$

$$S_{енергетика} = 22 \text{ м}^2.$$

$$S_0 = 200 + 140 + 80 + 40 + 200 + 100 + 6 + 180 + 72 + 15 + 22 + 22 = 1077 \text{ м}^2.$$

Визначимо сумарну площу складання:

$$S_{ск} = 0,3 \cdot S_0$$

$$S_{ск} = 0,3 \cdot 735 = 220,5 \text{ м}^2$$

Визначимо сумарну технологічну площу:

$$S_{тех} = S_0 + S_0 + S_{ск},$$

$$S_{тех} = 1475 + 1077 + 220 = 2772 \text{ м}^2.$$

Параметри будівлі:

Сітка колон: 18×6

$$S_{цеха} = 36 \times 78 = 2808 \text{ м}^2$$

2.10 Вибір верстатного оснащення

Проектування переналагоджувального пристрою

Розробка технічного завдання на проектування

Розробка ескізу механічної обробки

На рисунку 2.1 поазно ескізмеханічно обробкидеталі ал, на якому зображено деталь тому положжен і, в якоу воа б уд розта шовуатись на врстаті, під час обробки, п зано умовн у схем у базувня відповідно до існуючихстандартів умовно зображено місц докладаня зусиль затиску, наесені розміри з вимогами по точності та шо рсткості на поверхні, що оброблюється.

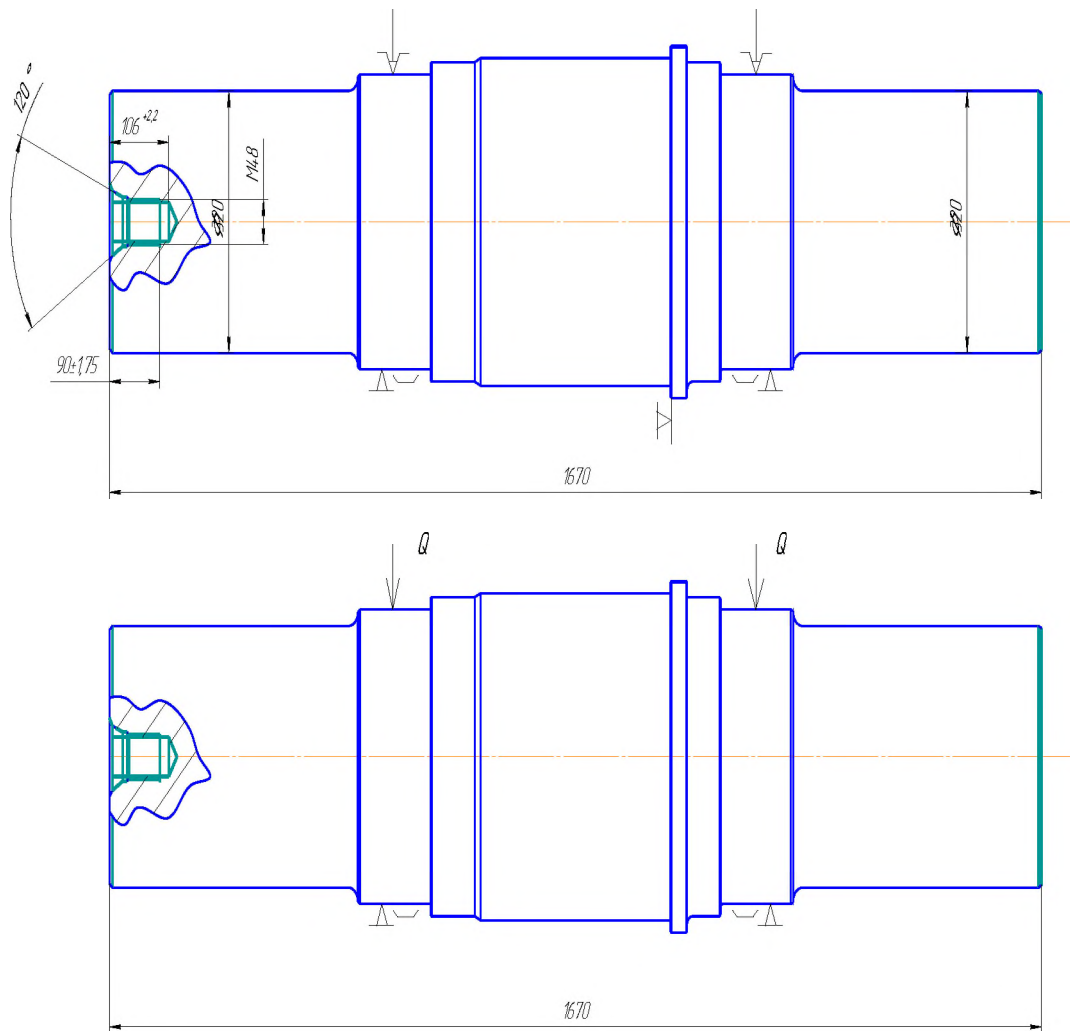


Рисунок 2.1 – Ескіз механічної обробки деталі вал

Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.КБР.131.24.1-02.02.АСПД

Лист

39

Вибір способу обробки і типу верстата

Фрезерну операцію виконуємо на фрезерноцентрувавому верстаті моделі 6540

Вибір режимів ізання виконуємо для чорного фрезерування на верстаті моделі 6540. Верстат має поужність 5-10 кВт. $N=7,5$ кВт.

Для фрезеруванн торців вибираємо торцеву фрезу $\varnothing 500$ мм з встаними ножами, які снащенні твердим сплавом (по ISO 2584:2016), матеріал ріальної частини T15K6.

Параметри фрези:

$$D = 500 \text{ мм}; B = 340 \text{ мм}; z = 44;$$

Вибираємо подачу на зуб фрези:

$$S_z = 0,09 - 0,12 \text{ мм}; S_z = 0,1 \text{ мм};$$

Вибір типу пристрою

Тип пристрою – двох місцевий дляобробки дво деталей, з меанізованим приводом затиску

Вибір металорізального верстата

Фрезерно-центровальну операці виконуємо на фрезерноцентрувальному верстаті моделі 6540. Технічні характеристики вертикально-фрезерного верстату безконсольного типу 6540.

Габаритні розміри верстата 2540x2655x2795

Загальна вага верстата ,кг - 5000

Найбільша вага оброблюваної деталі, кг - 800

Розміри робочої поверхні стола, мм - довжина 1000 ширина 400

Число T-подібних пазів - 3

Відстань між пазами, мм - 90

Ширина паза, мм - 18

Поздовжній хід стола, мм - 800

Поперечний хід стола, мм - 400

Хід шпиндельної бабки, мм - 430

Число подач стола і бабки - Безступінчасте регульоване

Межі подач стола, мм/хв - Поздовжні 10 – 2000 Поперечні 10 – 2000

Швидкий хід стола, мм/хв - Поздовжні 3000 Поперечні 3000

Межі подач бабки, мм/хв - 4 – 800

Швидкий хід бабки, мм/хв - 800

					<i>КНУ.КБР.131.24.1-02.02.АСПД</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		40

Найменша відстань від торця шпинделя до робочої поверхні стола, мм - 100

Відстань від осі шпинделя до направляючої стійки, мм - 430

Найбільша відстань від середини стола до направляючої стійки, мм - 630

Кількість ступеней швидкості шпинделя - 18

Межі швидкостей шпинделя, об/хв - 31,5 – 1600

Хід гільзи, мм - 120

Максимальний діаметр фрези, мм - 200

Діаметр шпинделя (від переднього підшипника), мм - 105

Ціна поділки лімба, мм - 0,03

Можливість фрезерування по подачі - можливе

Переміщення стола на 1 оберт рукоятки маховика (поздовжнє і поперечне), мм - 2

Переміщення гільзи шпинделя на 1 оберт маховика рукоятки, мм - 4

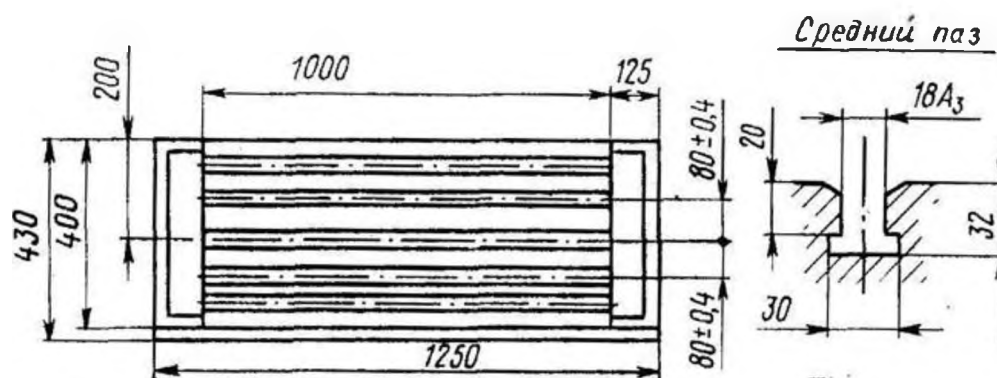


Рисунок 2.2 Ескіз посадкових місць столу верстату

Річна програма

Річна програма випуску деталі "Вали" - $N_{\text{випуску}} = 2000 \text{ шт}$,

Виробництво деталі – серійне

					КНУ.КБР.131.24.1-02.02.АСПД	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		41

Аналіз схеми базування деталі

Аналіз технологічних баз

Базування деталі здійснюється по зовнішні циліндричні поверхнях $\varnothing 340 \pm 10$ та торцю $\varnothing 455 \pm 10$

Деталь встановлюється в прями, затискається механізмом при жимом.

Установчі порні призми – основні опори пристосуван для установки деталей зовнішнім циліндричними поверхнями.

Вал розташовується в пристосуванні за допомогою двох опорних шийок. У зв'язку з цим в якості підвісної апропріації виступає сукупність шийок валу. Опорні точки розташовуються попарно на поверхнях порних шийок в двох взаємно перпендикулярних площинах. Положення валу в довж осі обмежено одним з внутрішніх трців валу.

Представляємо схему базування деталі, яка оброблюється у пристрої з позбавленням її потрібної кількості ступенів вільності.

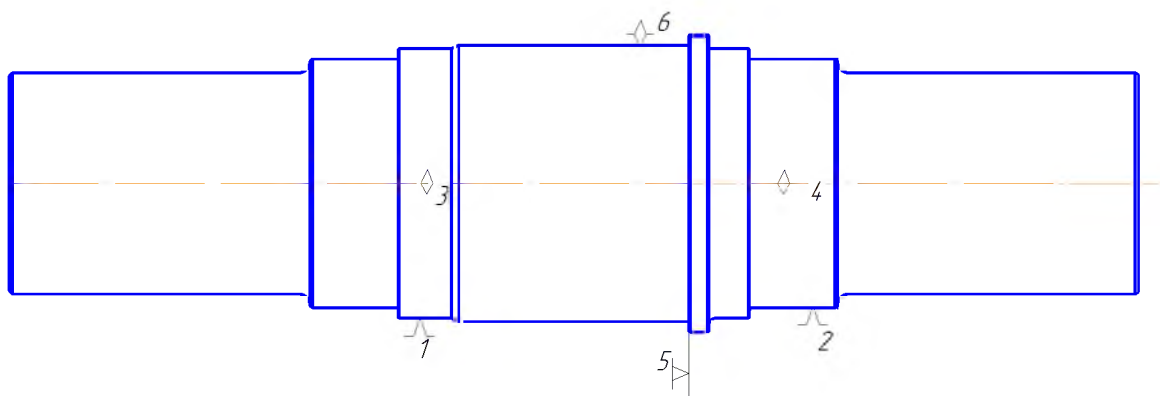


Рисунок 2.3 - Схема базування обробленої деталі

Вибір конструкції установчих елементів

Обираємо за існуючими стандартами конструкцію установчих елементів. На стандартні установчі елементи указуємо ДСТУ і приводимо конструктивні параметри.

При проектуванні УСП використовуються три стандартні опори та 2 плити:

- 1) Опора $60 \times 45 \times 80$ ДСТУ 7806:2015;
- 2) Опора $60 \times 45 \times 40$ ДСТУ 7806:2015;
- 3) Опора $60 \times 45 \times 20$ ДСТУ 7806:2015;
- 4) Плита $380 \times 1660 \times 60$ ДСТУ 7806:2015.
- 5) Плита $380 \times 1660 \times 60$ ДСТУ 7806:2015.

При проектуванні УСП спеціальні установчі елементи не використовуються.

					КНУ.КБР.131.24.1-02.02.АСПД	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		42

Розрахунок похибки базування

Згідно до аналізу схем базування деталі виконуємо розрахунок дійсного значення похибки базування.

Визначаємо похибку базування за формулою:

$$\varepsilon_{\sigma} = 0,5Td\left(\frac{1}{\sin \alpha} - 1\right);$$

де Td - допуск на зовнішній діаметр ($\text{Ø}380 \pm 10$)

$$\varepsilon_{\sigma} = 0,5 \cdot 20 \left(\frac{1}{\sin 45^{\circ}} - 1\right) = 0,5 \cdot 20 \left(\frac{1}{0,707} - 1\right) = 4,1 \text{ мм}$$

Розрахунок зусилля закріплення

На підставі засобу базування деталі та розміщення установочних елементів, визначаємо місце прикладання сил затиску деталі та здійснюємо розрахунок її величини

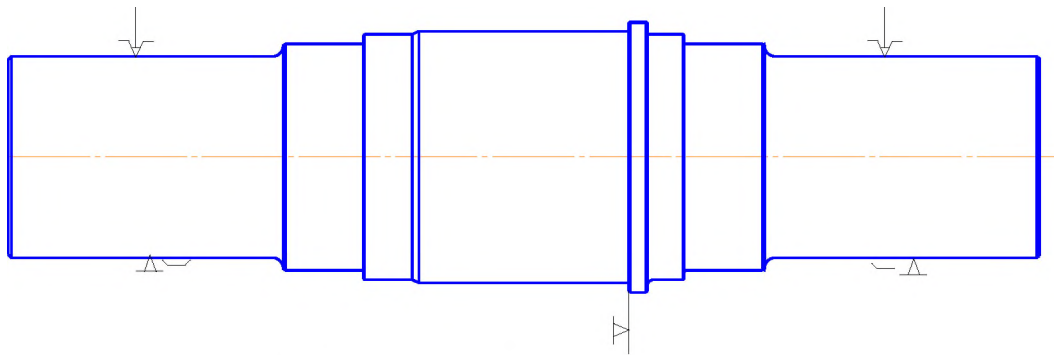


Рисунок 2.4 – Схема закріплення деталі

Оцінка точності пристосування

Для розрахунку точності пристрою використовуємо формулу:

$$\varepsilon_{np} \leq T - K_T \sqrt{(K_{K1} \cdot \varepsilon_{\sigma})^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{ni}^2 + \varepsilon_i^2 + (K_{T2} \omega)^2};$$

де T – допуск викуваного розміру

$\varepsilon_{\sigma}, \varepsilon_z, \varepsilon_y, \varepsilon_i, \varepsilon_{ni}$ – похибки базування, закріплення, установки, розташування

через зношення установочних елементів а від перекосу інструменту.

ω – економічна точність обробки

$K_T = 1,2$ – коефіцієнт, який враховує відхилення розсіювання значень складових величин від закону нормального розподілення

$K_{T1} = 0,8$ – коефіцієнт, який враховує зменшення граничного значення похибки базування

K_{T2} – коефіцієнт, який враховує долю похибки обробки

Розрахунковий параметр 1670_{-2,3}

					КНУ.КБР.131.24.1-02.02.АСПД	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		43

Похибка закріплення

$$\varepsilon_z = 0,08$$

Похибка установки

$$\varepsilon_y = 0,0053$$

Значення установочних елементів

$$\varepsilon_u = U / \sin \alpha$$

$$U = U_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4$$

$$U_0 = 0,115$$

$k_1 = 0,97$ – для заготовок зі сталі 35ХМФА

$k_2 = 1,0$ – для універсального обладнання

$k_3 = 0,94$ – для обробки з МОР

$k_4 = 2,8$ – для $N=1000$

$$\varepsilon_U = 0,115 \cdot 0,97 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 2,8 \cdot \frac{1000}{100 \cdot 10^3} = 0,029$$

$\omega = 0,036$ – для фрезерування з $R_a = 6,3$ мкм

Допустима похибка виготовлення пристрою:

$$[\varepsilon]_{np} = 2,3 - 1,2\sqrt{1,2^2} + 0,0053^2 + 0,08^2 + 0,0029^2 + 0,036^2 = 2,3 - 1,75 = 0,55$$

Отже, в технічних умовах на пристрій повинно бути оговорена непаралельність поверхні $\varnothing 340 \pm 10$ відносно плин шпонок не більше 0,5 мм.

Силовий розрахунок пристосування

На підставі засбу базування деталі та розміщення устано воних елементів, визначаємо місце пикладен ня ил затиску деал і та зді йснюєм розрахунок її величини.

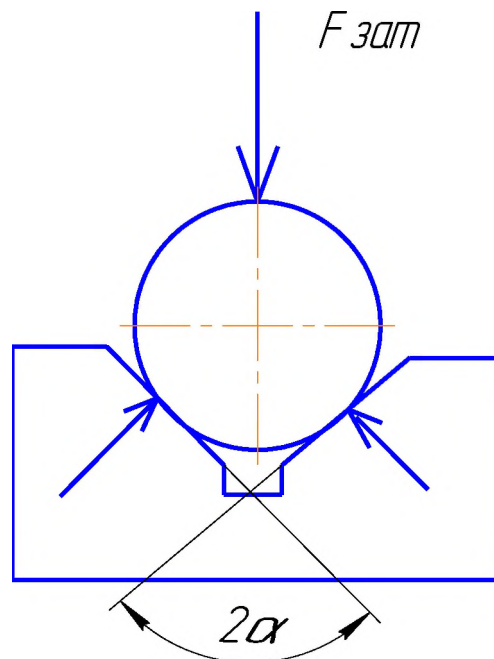


Рисунок 2.5 – Схема дії сил на затискаему деталь

					КНУ.КБР.131.24.1-02.02.АСПД	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		44

Визначення сили закріплення

На рисунку 2.5 представлена схема дії сил різання. Як видно з рисунку 7.1, сила подачі P_h прагне здинути заготовку з призмою, але цю силу протидіють сили тертя T і T_1 , які виникають у місці атиску валу на робочій поверхні призми.

З рівняння рівно ваги сил визначаємо величину зусилля затиску:

$$W^1 = \frac{K \cdot D_h}{f + 2 \cdot f_1}$$

де f і f_1 – коефіцієнти тертя в місцях прикладення зусилля W та на призмах.
 K - коефіцієнт запасу, в свою чергу знаходиться за формулою:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

де K_0 – гарантований коефіцієнт запаса, рівний 1,5. K_1 - коефіцієнт, який враховує вид технологічної бази, для чистових баз як в даному випадку, $K_1=1$.

K_2 - коефіцієнт, який враховує збільшення сил різання внаслідок затуплення інструменту, при фрезеруванні сталі $K_2=1,2$. K_3 – коефіцієнт, який враховує уривчастість різання, при фрезеруванні $K_3=1,3$.

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

Коефіцієнт тертя f приймаємо рівним 0,14, тоді $f_1 = 1,41 \cdot 0,14 = 0,1974$.

$$W^1 = \frac{2,34 \cdot 290,304}{0,14 + 2 \cdot 0,1974} = 1270,2 \text{ Н}$$

Сила P_v прагне повернути заготовку навколо вісі обертання фрези, але цю силу протидіють моменти тертя від сил T та T_1 . Осі обертання фрези, але цю силу протидіють моменти від сил тертя T і T_1 . З умови рівноваги заготовки та з урахуванням коефіцієнту запасу визначаємо величину зусилля затиску

$$W^{11} = \frac{K \cdot D_v \cdot D_\phi}{f \cdot l_1 + f_1 \cdot l_2 + f_1 \cdot l_3 + f \cdot l_4}$$

де l_1, l_4 - відстань від осі фрез до осей прикладення зусилля затиску.

l_2, l_3 - відстань від осі фрези до осей утановчих призми.

D_ϕ - діаметр фрези.

При обробці паза:

$$W^{11} = \frac{2,34 \cdot 290,304 \cdot 36}{0,14 \cdot 428 + 0,1974 \cdot 188 + 0,1974 \cdot 1732 + 0,14 \cdot 1530} = 37,4 \text{ Н}$$

З двох значень зусилля затиску обираємо для подальшого розрахунку максимальне: $W^1=1270,2 \text{ Н}$.

Для закріплення заготовки використовуємо важільний затисний механізм з гідравлічним приводом.

Діаметр поршня гідроциліндра розраховуємо за формулою:

					КНУ.КБР.131.24.1-02.02.АСПД	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		45

$$D_i = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{P}},$$

де P – робочий тиск мастила в системі, приймаємо рівним 1 МПа,
Q – зусилля на штоці силового приводу, яке визначається за формулою:

$$Q = \frac{W}{i_c},$$

де i_c – передаточне відношення по силі затискного механізму, $i_c=1,5$.

$$Q = \frac{1270,2}{1,5} = 846,8 \text{ Н}$$

$$D_i = 1,13 \sqrt{\frac{846,8}{1}} = 32,88 \text{ мм}$$

Отже, мінімальний діаметр поршня становить 35 мм.

2.11 Вибір ріжучого та допоміжного інструменту

Таблиця 2.1 – Вибір ріжучого та допоміжного інструменту

№ операцій та переходів	1) Назва операції 2) Верстат 3) Зміст переходів технологічних операцій	Верстатне пристосування	Інструменти: ріжучий, допоміжний, вимірювальний
000 001 005	Заготовка Поковка за ДСТУ 9182:2022 Темпообробка Нормалізація НВ 223...262 Фрезеро – центрувальна Верстат Фрез. – центр.н/а мод.2913 1.Фрезерувати одночасно два трі, витримуючи розмір 1670, 2.Свердлит и центрові отвори з двох боків	Пристрій затискний з механізованим приводом	Фреза торцева право різальна 2214 – 0317 ISO 2587:1972 D=500,L=71,z=44 Фреза торцева ліво різальна 2214-0318 ISO 2587:1972 Свердло центровочне 2317-03 09 ДСТУ ISO 2540:2018 d=43,L=150 Штангенциркуль ШЦ – Ш -800-2000

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
010	Токарна з ЧПК Токарний верст. з ЧПК мод.16К30Ф305 А 1.Точити за програмою поверхні попередньо витрим уючи розміри 1,2,3,4,8,9,10,11,12,13 2.Точити за програмою поверхні остаточно витримуючи розміри 1,7,8,5,6,2,9	Патрон 7160 – 0001 ДСТУ 2752-94 Центр ДСТУ ГОСТ 2582:2017	Різець 2 103-0721 Т14К8,Т30К4 ДСТУ 2752-94, h×b = 32×25, L=170, Різцетримач 6701-000 ДСТУ ГОСТ 13568:2006, Штангенциркуль ШЦ –Ш – 250 -800 ДСТУ ГОСТ 166:2009
015	Токарна з ЧПК Токарний верст. з ЧПК мод.16К30Ф305 А 1.Точити за програмою поверхні опередньо витримуючи розміри 1,2,3,4,8,9,5,6,14,12 2.Точити за програмою поверхні остаточно витримуючи і розміри 1,7,15,2,9,8	Патрон 7160 – 0001 ДСТУ 2752-94 Центр ДСТУ ГОСТ 2582:2017	Різець 2103-0721 Т14К8,Т30К4 ISO 1641-1:2016 h×b = 32×25, L=170, Різцетримач 6701- 000 ДСТУ ГОСТ 13568:2006, Штангенциркуль ШЦ –Ш – 250 -800 ДСТУ ГОСТ 166:2009
020	Горизонтально – розточна Горизонтально – розточний верстат мод.2636Ф1 А. 1.Свердлимо 6 отворів, витримуючи розміри 2,3,4,5 з всіх боків 2.Нарізати різьбу в отворах,	Пристрій затискний	Свердло 2301 -0908 ДСТУ ГОСТ 12121-77 d= 17,1,L=200,Р6М5 Втулка 6103 – 0807 Мітчик 2620 – 0301 ISO 529:2017

Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.КБР.131.24.1-02.02.АСПД

Лист

47

	витримуючі розміри		M20 P6M5
--	--------------------	--	----------

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
030	Шліцефрезерна Зубофрезерний верстат мод.5B370 А. 1.Фрезерувати 12 шліців витримуючі розміри 1,2,3,4,5,6,7	Центри ДСТУ ГОСТ 2582:2017	Фреза
035	А. Фрезерувати 12 шліців в розмір 5.	Центри ДСТУ ГОСТ 2582:2017	Фреза
040	Круглошліфувал ьна Круго шліфувальний верс.мод.3М174Е А Шліфувати поверхні попередньо витримуючі розміри 1,2,3	Центр обертовий ДСТУ ГОСТ 2582:2017 Хамутик 7107 -0103 ДСТУ EN 335- 1:2010	Круг шліфувальний 600×63×305 ДСТУ 2УА16НС26К8 Оправка Калібр –скоба 360 тб
	2.Шліфуват и поверхні остаточно витримуючі розміри 1,2,3		ДСТУ ISO 1502:2006

2.12 Вибір засобів технічного контролю

Проектування контрольного пристрою

Розробка технічного завдання на проектування

На рисунку 2.1 зображено ескіз деталі вказівкою в можливості по відхиенню форми або розташування поверхонь. (допаралельності та симетричності шліців)

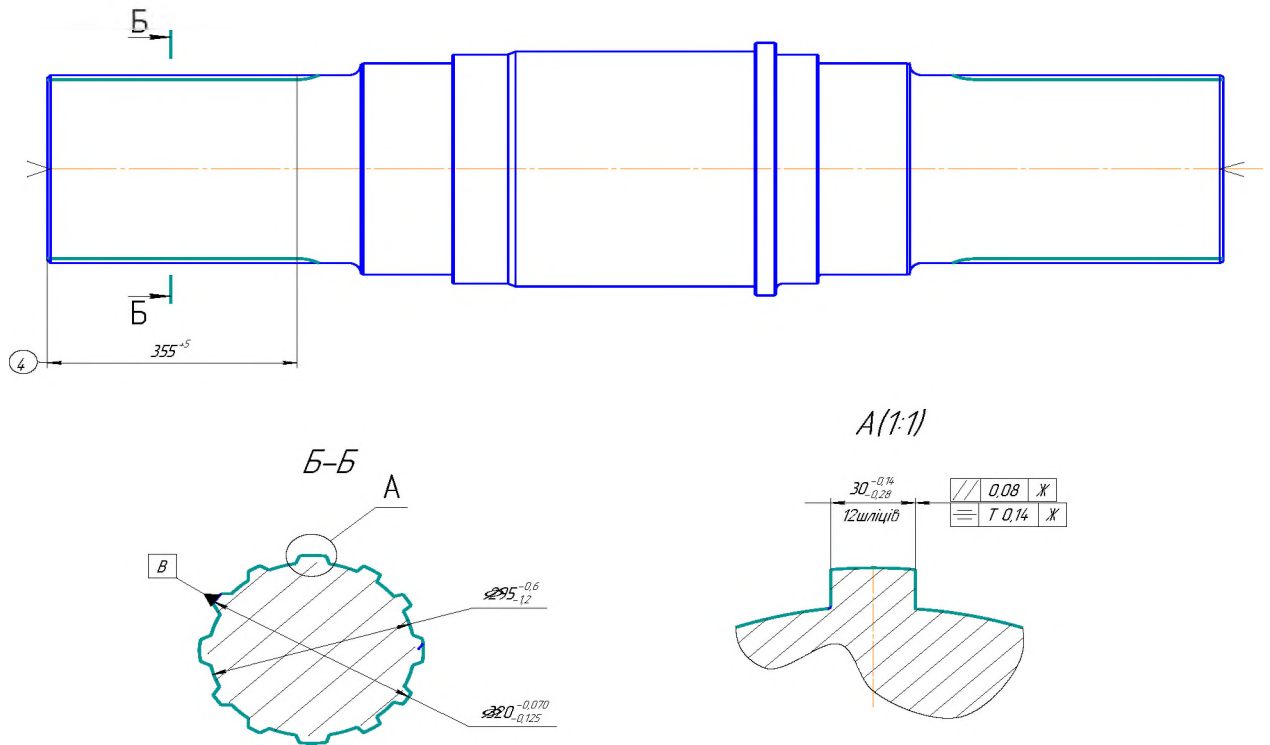


Рисунок 2.1 – Ескіз деталі

Етапи проектування пристрою.

Виконуємо вибір або року схеми контролю відносно вимог по точності вихилення форми і розташування поверхонь деталі. При виборі схеми контролю варто сполучати усановчу азусу з вимірювальною, так як при виконанні цих умов виникає похибка базування і виміру.

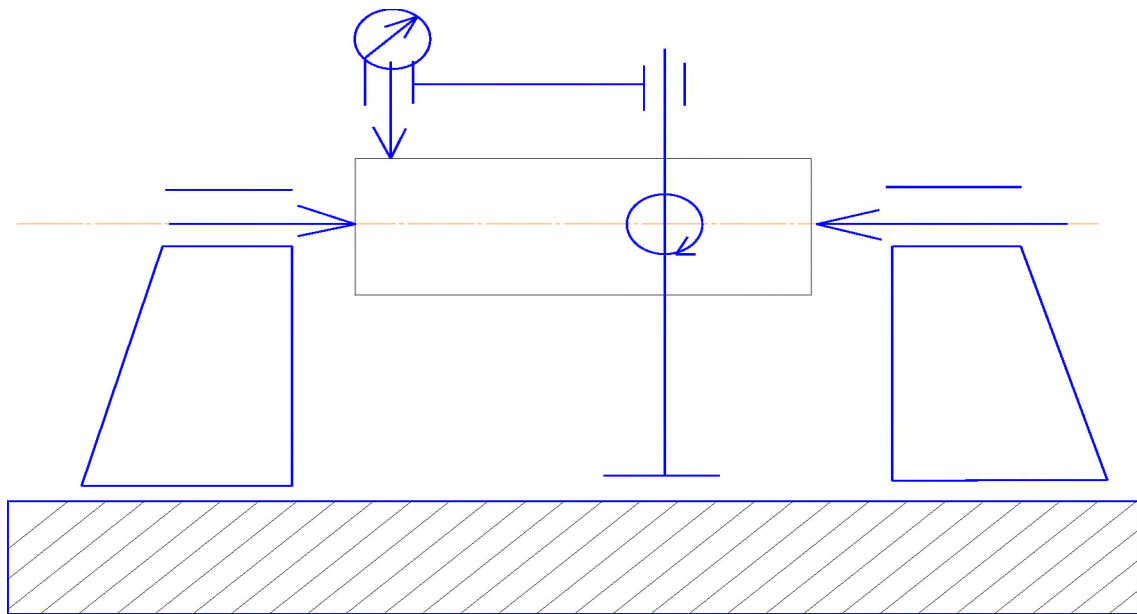


Рисунок 2.2 –Схема контрольного пристрою

Вибір приєципiальної схеми базування.

Дана схеа базування деталі ри иконанні контрлпни операцій забезпечус суміщення установочної та вимірювальної баз, т аким чином похика базування дорівнює 0.

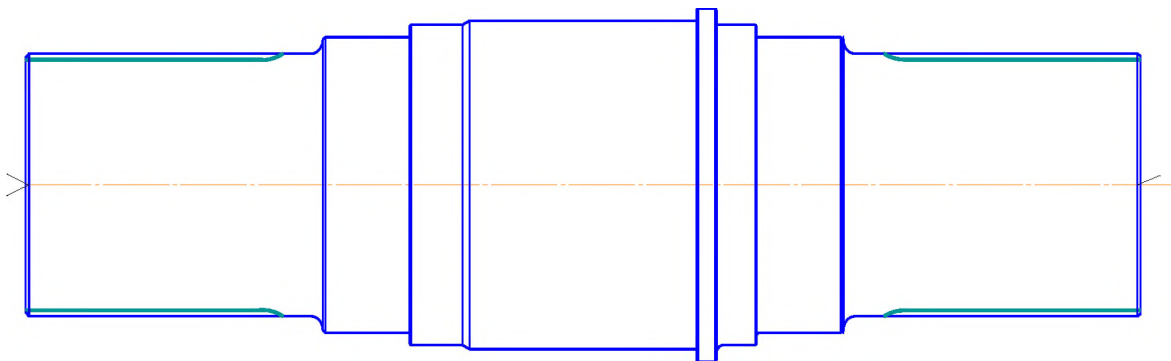


Рисунок 2.3 – Схема базування

В якості установочного елемента приймаємо стандартні центри(передній і задній), які використовуються для установки еталей тип ”вали”

Вибір вимірюванго приладу викоуємо згідно вимог вказаних на креслені деталі.

Вибираємо індикатор на порядок точніше допуску и мірююв альної поверхні, так як у нашому випадку допуск 005 мм, вибира ємо індикатор – п.405 кл. ДСТУ 7958:2015,

Ціна ділення 0,001 мм, похибка індикатора $\varepsilon=0,002$ мм

					<i>КНУ.КБР.131.24.1-02.02.АСПД</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>50</i>

Оцінка точності присосування

Визначаємо допустиму похибку контролю за наступною формулою:

$$[\Delta] = 0,3 \cdot T,$$

де T – допуск на вимірювальний розмір ($T=0,14$)

$$[\Delta] = 0,3 \cdot 0,14 = 0,0042$$

Визначаємо сумарну похибку контролю за формулою

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{l.p} + \Delta_{p.e} + \Delta_{v.e} + \sqrt{\Delta_{\sigma}^2 + \Delta_{деф}^2 + \Delta_{вин}^2 + \Delta_{зак}^2 + \Delta_{вин}^2}$$

$$0,0042 = \Delta_{oe} + \sqrt{0,007^2 + 0,001^2}$$

$$\Delta_{oe} = 0,00287 \text{ мм}$$

Похибка пристроєм за безпечує виміювання даного розміру з зазначеними допусками. Похибка становлення установочних ніхеліме нтів не перевищує 0,00287 мм

2.13 Моделювання та програмування операцій механічної обробки за допомогою CAD CAM систем

Розробка верстатно-інструментального налагодження та розрахунково-технічної карти для операції на верстаті з ЧПК

Вихідні дані для складання розрахунково-технологічної карти:

- для точіння обох валів обираємо так арний верстат з ЧПУ 16К30Ф305
- на рисунку 2.1 зобразимо ескіз заготовки деталі валу;

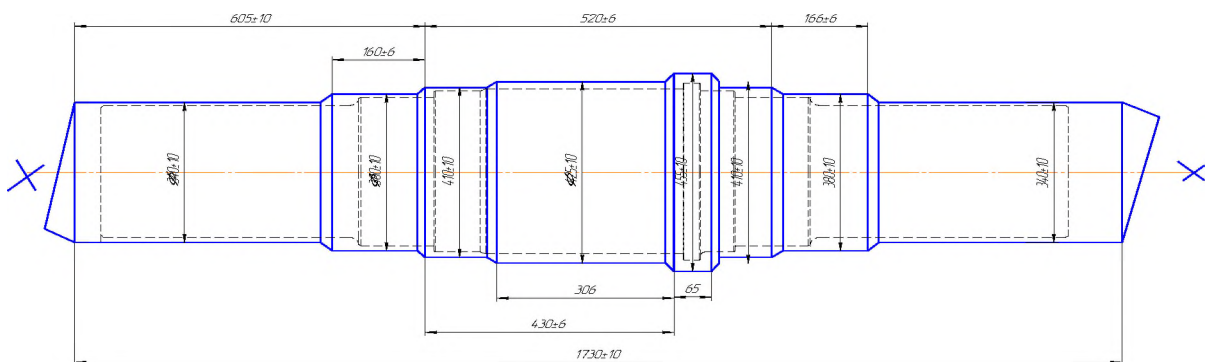


Рисунок 2.1 – Ескіз заготовки деталі валу

- на рисунку 2.1 покажемо ескіз обробки деталі на даній операції

Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.КБР.131.24.1-02.02.АСПД

Лист

51

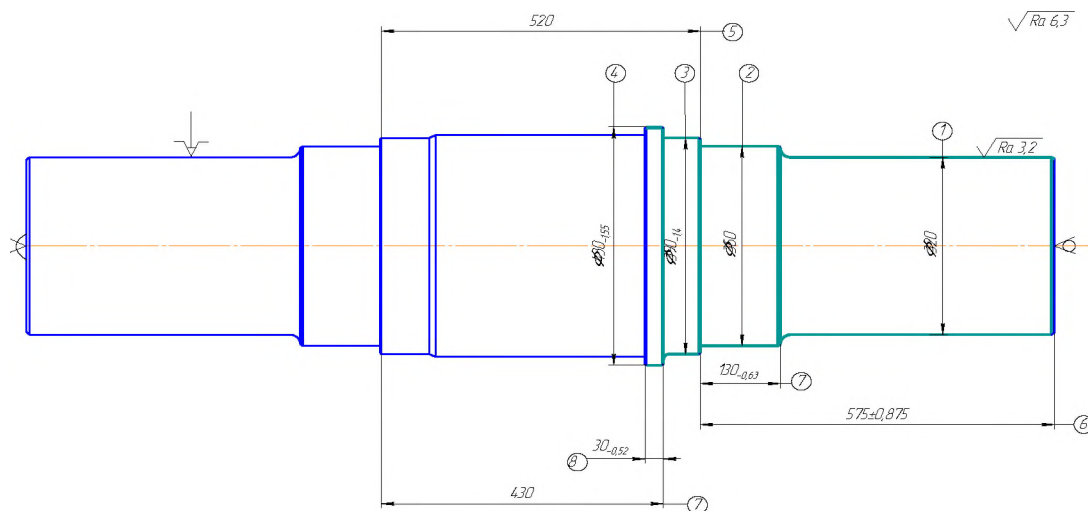


Рисунок 2.2 – Ескіз обробки деталі на токарній операції

Верстат моделі 16К30Ф305 має систему програмного керування, яка дозволяє по записаній програмі роводити точіння

Таблиця 2.1 - Координати опорних точок

Координати опорних точок					
N	X	Z	N	X	Z
T01			T02		
0	400	200	0	400	200
1	325	2	1	310	2
2	325	0	2	310	0
3	325	-445	3	320	5
4	369,05	-445	4	320	-445
5	369,05	-575	5	362	-447
6	390	-578	6	364,05	-578
7	390	-665	7	364,05	-575
8	426,8	-666	8	370	-575
9	430	-666,6	9	400	200
10	430	-695			
11	440	-695			
12	400	200			

Таблиця 2.2 – Керуюча програма

Код команди	Пояснення
N001 S1 80 F06 T1	Перший діапазон $n = 80 \text{ хв}^{-1}$, $S=0,6$ мм/об
N002 X325 Z2 E	Різцетримач встановлено в першу позицію Підведення різця до початкової точки X325 на Швидкому ходу
N003 Z-445	Точіння $\varnothing 325$ на довжину 445 мм
N004 X 369,05	Відведення різця до $\varnothing 369,05$
N005 Z-575	Точіння $\varnothing 369,05$ на довжину 130 мм
N006 X390 C3	Обробка фаски $3 \times 45^\circ$
N007 Z - 665	Точіння $\varnothing 390$ на довжину 90 мм
N008 S1 63 F 0,6 T1	Зміна $n=63$ хв
N009 X430 X200E	Підведення різця в т.8
N010 Z -695	Точіння $\varnothing 430$ на $l=30$ мм
N011 X400 X200 E	Відведення різця на швидкому ходу у вихідну точку

3 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА

3.1 Охорона праці та екологія виробництва

Аналіз умов праці

Вихідні дані: дільниця механічного цеху розміром овжинною $L = 54$ м, ширною $B = 36$ м, висотою $H = 18$ м, ризначе для виготовлення еталей – Шестерні та корпусу вагою 12 та 21 відповідно.

При вир обнці деталей за допомо го обробкиматеріалврізанням шкідливими та небезечними факторам є:

1. фізичні:

Частини у статку в ання,що рухаєть ся, виروي і загто вки, що персуваються; стружка оброблюваних матеріалів,осколки інструментів, висока температура поверхні оброблюваних деталей і інструмента; підвищена апруга в електричному ланцюзі чи навні сть статичної лектри ки, ри якому може відбутися замикання через тіло людин. Фізич ними шкідливими виробничим факторами, характерним и для пр оцесу р ізання, є ткож пі двищена зпиленість і загазованість повітря робочої зони; високий рівень шуму і вібрацій; недостатня освітленість робочої зони; наявності прямого і відбитих відблисків; підвищена пульсація світлового потоку.

2. хімічні:

У повітря робочої зони ндходить с кладна суміш пару, газів і аерозолів, що є продуктами термооі слюючої еструкції (граничні і неграничні вуглеводні, а також ароматичні вуглеводні).

3. психофізіологічні

Фізико перевантаження при установці, зкріплнні і знімані великогабаритних деталей, перенапруга зору, монотонність праці.

4. біологічні:

Хвороботворні мікр оорганізм і бактерій, що виявляються роботі із ЗОР.

Згідно за визначеними небезпечно стямидивостяискладемо «Карту умов праці» (табл.3.1) та розробимо заходи, спрямовані а забезпечення безпечних і здорових умов праці, безаварійної роботи виробничого устаткування, пожежної безпеки.

Карта умов праці на робочому місці

Табл.3.1

Підприємство		машинобудівне	
Дільниця	механоскладальна	Категорія приміщення	Д
кількість верстатів	19	Чисельність працівників	30

					КНУ.КБР.131.24.1-02.03.0ЕПВ		
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Бура				Лист	Лист	Листів
Перевір.	Кияновский					1	26
Н. Контр.	Рязанцев				Каф. ПМ. гр. ПМ-21ск		
Затвердив	Нечасв						

Визначення небезпечних та шкідливих факторів

Табл.3.2

№ п/п	Фактори виробничого середовища	ГДК (ГДР)	Факт. знач.
1	Шкідливі хімічні речовини	32,6	27,6
2	Пил з вмістом двоокису кремнію	10	8,7
3	Вібрація: Допустима коливальна швидкість при середньогеометричній частоті октавної смуги 1000 Гц	$0,63 \cdot 10^{-2}$ або 102 дБ	В межах норми завдяки засобам віброзахисту
4	Еквівалентний рівень шуму, дБА	80	85,8
5	Мікроклімат у приміщенні: температура повітря, °С швидкість руху повітря, м/с відносна вологість повітря, %	20°±2° 0,1 40-60	В межах норми завдяки засобам аерації
6	Важкість праці: динамічна робота: зусилля на рукоятках, маховиках; переміщення задньої бабка в момент зрушування статичне навантаження, кгс	40Н 320Н 50000-90000	В межах норми завдяки інженерним засобам захисту
7	Робоча поза	стояча	
8	Напруженість праці: увага	100%	100%
	Тривалість дії	100%	
9	Змінність	2	
	Характер праці	26	

Таким чином, в процесі виготовлення працівники виконують фізичні роботи середньо тяжкост з енерговитратами від 200 до 250 ккал/год.

Заходи щодо покращення умов праці, їх обґрунтування

1. Технічні:

Модернізація, розміщення технологічного обладнання.

Впровадження втомтичного та дистанційного керування виробничим обладнанням.

2. Організаційн

2.1. Усі працюючі повинні проходити інструктаж і навчання безпеки м прийомом та правилам виконання робіт відповідно до ДСТУ 7239:2011 «ССБТ. Організація навчання працюючих безпеки праці. Загальні положення».

2.2.Робота щодо професійного відбору.

2.3. Здійснення контролю за дотриманням працівниками вимог інструкцій з охорони праці.

					<i>Лист</i>
					2
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	

КНУ.КБР.131.24.1-02.03.0ЕПВ

3. Санітарно-виробничі:

3.1. Придбання пристроїв, які захищають працюючих від дії частин виробничого устаткування стружки оброблюваних матеріалів, оскоків інструментів, пилю, газів, шуму, вібрації тощо.

3.2. Улаштування нових та реконструкція діючих вентиляційних систем, систем опалення, кондиціювання

3.3. Реконструкція та переобладнання душових, гардеробних. Облаштування кімнат.

4. Медико-профілактичні:

4.1. Організація профілактичних медичних оглядів.

4.2. Придбання молюсцицидних та знешкоджуючих засобів.

Інженерні засоби захисту

Розрахунок аерації в будівлі (цеху) в теплий період року

Розрахунок аерації в цеху в теплий період року, зводиться до визначення площі аераційних отворів для таких даних: кількість повітря, яке повинно надходити в приміщення $O_{прит} = 50\ 000\ \text{кг/год.}$, а яке видаляється з приміщення $O_{вит} = 3\ 000\ \text{кг/год.}$; відстань між осями отворів $H = 10\ \text{м}$, температура зовнішнього повітря $t_{зовн} = 20\ ^\circ\text{C}$, температура внутрішнього повітря $t_{вн} = 25\ ^\circ\text{C}$. Коефіцієнт виробничого приміщення за умов подачі повітря в робочу зону та видалення його з верхніх зон $m = 0,4$ по табл. 8.8 [36]. Конструкція суцільного отвору — діарна з верхньою підвісною з кутом відкривання отвору $\alpha = 45^\circ$. Ліхтар П-винний з фанугами на вертикальній осі вірозахисними панелями, які знаходяться на відносній відстані $1,5\ \text{м}$, з кутом відкривання $\alpha = 90^\circ$ (рис. 1).

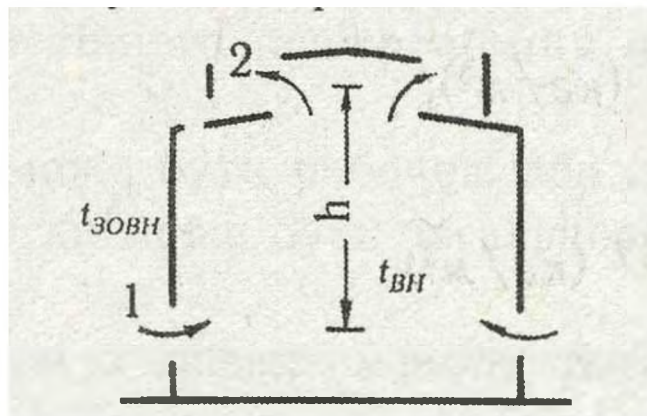


Рис. 3.1 Схема аерації цеху

1,2 — номери вентотвір

Визначаємо температуру повітря, яке видаляється з верхньої зони приміщення за формулою:

$$t_{вид} = t_{зовн} + (t_{вн} - t_{НРЗ})/m$$

					Лист
					3
Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	КНУ.КБР.131.24.1-02.03.0ЕПВ

де t_{HP3} — температура повітря, яка надішла в робочу зону (в теплий період року $t_{HP3} = t_{ЗОВН}$)

$$t_{ВИД} = 20 + (25-20) / 0,4 = 32,2^{\circ}\text{C}$$

Визначаємо питому вагу повітря за формулою:

$$\gamma = \frac{353}{t + 273}$$

$$\gamma_{ЗОВН} = 353 / (20 + 273) = 1,205 \text{ (кг/м}^3\text{)}$$

$$\gamma_{ВИД} = 353 / (32,2 + 273) = 1,157 \text{ (кг/м}^3\text{)}$$

розподілений тиск визначиться за формулою:

$$\Delta p_{1,2} = h (\gamma_{ЗОВН} - \gamma_{ВИД})$$

$$\Delta p_{1,2} = 10 (1,205 - 1,157) = 0,48 \text{ (кг/м}^2\text{)}$$

Втрати тиску на прохід повітря через припливні отвори можна визначити

$$\Delta p_1 = \beta \Delta p$$

$$\Delta p_1 = 0,2 \cdot 0,48 = 0,096 \text{ кг/м}^2.$$

Втрати тиску на прохід повітря через ліхтар можна визначити

$$\Delta p_2 = \Delta p_{1,2} - \Delta p_1$$

$$\Delta p_2 = 0,48 - 0,096 = 0,384 \text{ кг/м}^2.$$

Визначаємо площу отворів у стіні $F_{ПРИП}$ і площу отворів ліхтаря $F_{ЛХТ}$

$$F_{ПРИП} = \frac{G_{ИДЕІ}}{3600 \sqrt{\Delta p_1 \times \frac{2g\gamma_{СИІ}}{\xi_1}}} = \frac{50000}{3600 \sqrt{0,096 \times \frac{2 \cdot 9,8 \cdot 1,205}{3,7}}} = \frac{50000}{2818} = 17,7 \text{ м}^2 \quad (6)$$

$$F_{ЛХТ} = \frac{G_{АЕО}}{3600 \sqrt{\Delta p_2 \times \frac{2g\gamma_{АЕА}}{\xi_2}}} = \frac{35000}{3600 \sqrt{0,384 \times \frac{2 \cdot 9,8 \cdot 1,157}{4,1}}} = \frac{35000}{5246} = 6,7 \text{ м}^2$$

Розрахунок природного та штучного освітлення

Розрахунок природного освітлення

Вихідні данні: $h_p = 0,7$ м всота робочої поверн. удівляч заходиться в м. Кривий Ріг (IV світловий пояс), напротівіон дільниці, що зоієнтована на захід, немає об'єків, що затіняють.

Необхідна площа вікон:

$$S_{\hat{A}} = \frac{\hat{a}_i \cdot k_c \cdot \eta_{\hat{A}} \cdot S_i}{\tau_c \cdot r_1 \cdot 100}$$

Де e_H – нормоване значення коефіцієнту природного освітлення (КПО);

					<i>КНУ.КБР.131.24.1-02.03.0ЕПВ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		4

K_3 – коефіцієнт запасу, $K_3 = 1,3$;

η_B – коефіцієнт використання світлового потоку;

S_{II} – площа підлоги; $S_{II} = 54 \times 36 = 1944 \text{ м}^2$;

τ_3 – коефіцієнт світло пропускання вікон;

r_1 – коефіцієнт, що враховує підвищення КПО при боковому освітленні завдяк світлу, яке відбивається від поверхонь приміщення

Для будівель, що розташовані в IV світловому поясі

$$e_i = e_i^{III} \cdot m \cdot C$$

де e_i^{III} – норма природного або штучного освітлення приміщень в залежності від характеристики зорових робіт (табл. 8.1). Верстатник повинен постійно спостерігати за ходом виробничого процесу, що відповідає характеристиці зорових робіт VIIa розряду зорових робіт при природному боковому освітленні норми природного освітлення $e_i^{III} = 0,3$;

m – коефіцієнт світлового клімату; для IV поясу світлового клімату $m = 0,9$;

C – коефіцієнт сонячного клімату; для світлових отворів, що розташовані в зовнішніх стінах, зорієнтованих на захід (азимут 180°) $C = 0,8$ для IV поясу світлового клімату.

$$e_i = 1,1 \cdot 0,9 \cdot 0,8 = 0,8$$

Відношення довжини приміщення (L) до його глибини (B):

$$\frac{L}{B} = \frac{54}{36} = 1,5$$

Відношення глибини приміщення B висоти від рівня робочої поверхні h_p до верхнього краю вікна, що складатиметься з висоти підвіконня $H_{підв.} = 1,4$ м та висоти самого вікна $H_v = 5,5$ м:

$$\frac{B}{(H_{підв.} + H_v) - h_p} = \frac{36}{(1,4 + 5,5) - 0,9} = \frac{36}{6} = 6$$

По табл. 3.4 [36] $\eta_B = 15$

Загальний коефіцієнт світлопропускання означається за формулою:

$$\tau_c = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5$$

де τ_1 – коефіцієнт світлопропускання матеріалу; для листового подвійного скла $\tau_1 = 0$,

τ_2 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у віконній рамі; для віконних дерев'яних рам подвійних окремих $\tau_2 = 0,6$

τ_3 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у несучих конструкціях; при боковому освітленні $\tau_3 =$

τ_4 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у захисних пристроях; при відсутності останніх $\tau_4 = 1$

τ_5 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у захисній сітці, яка встановлюється під ліхтарями; при відсутності останньої $\tau_5 = 1$

					КНУ.КБР.131.24.1-02.03.0ЕПВ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		5

Тоді за формулою.

$$\tau_c = 0,8 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 1 = 0,48$$

Значення коефіцієнта r_l визначається залежно від параметр івпримі щення та середнього коефіцієнта та відбиття ρ_{cp} стелі, стін, підлоги, який визначається за формулою:

$$\rho_{\bar{n}\bar{o}} = \frac{\rho_{\bar{n}\bar{o}\bar{a}\bar{e}^3} \cdot S_{\bar{n}\bar{o}\bar{a}\bar{e}^3} + \rho_{\bar{n}\bar{o}^3\bar{i}} \cdot S_{\bar{n}\bar{o}^3\bar{i}} + \rho_{\bar{r}^3\bar{a}\bar{e}\bar{i}\bar{a}\bar{e}} \cdot S_{\bar{r}^3\bar{a}\bar{e}\bar{i}\bar{a}\bar{e}}}{S_{\bar{n}\bar{o}\bar{a}\bar{e}^3} + S_{\bar{n}\bar{o}^3\bar{i}} + S_{\bar{r}^3\bar{a}\bar{e}\bar{i}\bar{a}\bar{e}}}$$

Де $\rho_{стелі}$, $\rho_{стін}$, $\rho_{підлоги}$ – відповідні коефіцієнти відбиття;
 $S_{стелі}$, $S_{стін}$, $S_{підлоги}$ – відповідні площі поверхонь;

$$S_{стелі} = S_{підлоги} = L \times B = 54 \times 36 = 1944 \text{ м}^2; S_{стін} = 1200 \text{ м}^2;$$

З таблиці 8.8 приймамо в середньоїму $\rho_{стелі} = 0,7$; $\rho_{стін} = 0,5$; $\rho_{підлоги} = 0,1$. Тоді за формулою середнього коефіцієнта відбиття ρ_{cp} :

$$\rho_{\bar{n}\bar{o}} = \frac{0,7 \cdot 1944 + 0,5 \cdot 1200 + 0,1 \cdot 1944}{1944 + 1200 + 1944} = 0,4$$

Розрахункову точку вибираємо на відстані $l = 24$ м від зовнішньої стіни. Тоді

$$\frac{l}{B} = \frac{24}{36} = 0,7$$

Для $B/(H_{підв.} + H_v - h_p) = 6$; $l/B = 0,7$; $L/B = 1,5$ та $\rho_{cp} = 0,42$ $r_l = 3,5$. Тоді необхідна площа вікон за формулою складе:

$$S_{\bar{a}} = \frac{0,8 \cdot 1,3 \cdot 8 \cdot 1944}{0,48 \cdot 3,5 \cdot 100} = 96,3 \text{ м}^2.$$

Вибираємо стандартні вікна розміром $4,0 \times 5,0$ м, тоді площа дного вікна становитиме 20 м^2 . Визначаємо необхідну кількість вікон: 5 шт.

Схема розташування вікон наана на рисунку 8.1.

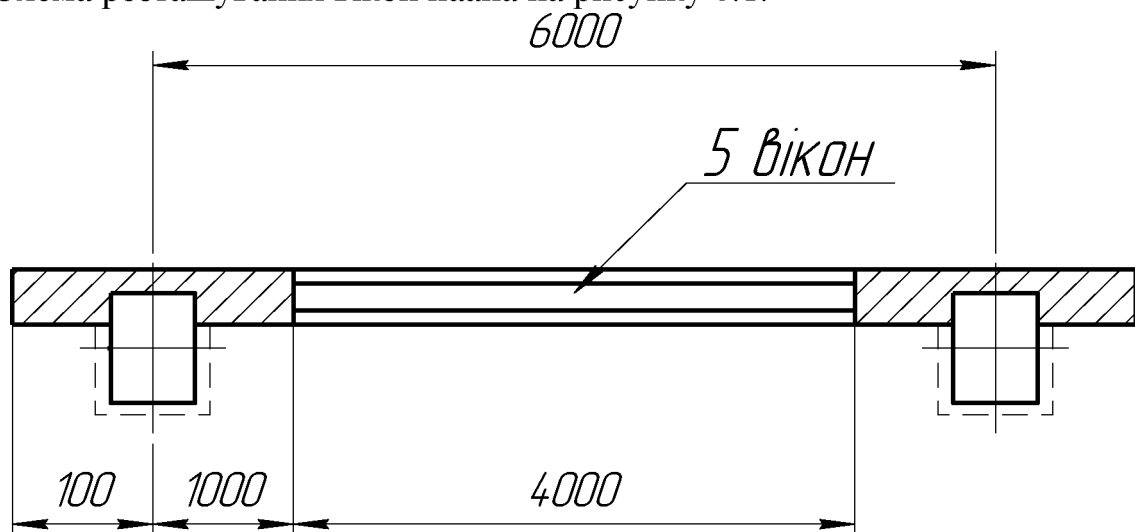


Рисунок 3.2 – Розташування вікон
 Розрахунок штучного освітлення

Загальна схема проектування системи штучного освітлення проводиться за коефіцієнтом використання світлового потоку.

Приміщення має вітлу побілку: коефіцієнт відбиття $\rho_{стелі} = 0,7$; $\rho_{стін} = 0,5$

Висота робочих поверхонь верстатів: $h_p = 0,9$ м.

Мінімальна освітленість за нормами $E = 100$ лк для зорових робіт класу VIIІа.

Висота виробничого приміщення $H = 18$ м

Обираємо світильник ПВЛМ-Р з лампами ДРЛ

Світловий потік лампи світильника розраховується за формулою:

$$\hat{O}_E = \frac{ESK_c Z}{Nn\eta}$$

де E – нормована освітленість згідно з класом зорових робіт;

S – освітлювана площа приміщення, м²;

K_3 – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння амп; $K_3 = 1$,

Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення ($Z = 1,15$ для ламп розжарювання та ДРЛ; $Z = 1,1$ для люмінесцентних ламп, якщо відношення L/h не перевищує встановлених значень);

N – кількість світильників;

n – кількість ламп у світильнику;

η – коефіцієнт використання світлового потоку. Визначається за світлоехнічними залежн від показника приміщення i :

Показник приміщення i становить:

$$i = \frac{L \cdot B}{h \cdot (L + B)} = \frac{54 \cdot 36}{4,6 \cdot (54 + 36)} = 4,7$$

де h – висота підвісу світильників над робочою поверхнею, $h = 4,6$ м

де h_c – висота підвісу світильника, $12,7$ м

При $i = 2,7$; $\rho_{стелі} = 0,7$; $\rho_{стін} = 0,5$ коефіцієнт використання світильника ПВЛМ-Р $\eta = 65\%$.

Визначимо необхідну кількість світильників для забезпечення необхідної нормованої освітленості робочих поверхонь, якщо відомо, що в кожному світильнику встановлено по дві лампи ДРЛ 250, а світловий потік однієї такої лампи становить $\Phi_{л} = 11000$ лм. :

$$N = \frac{ESK_c Z}{\hat{O}_E n \eta} = \frac{100 \cdot 1944 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{11000 \cdot 2 \cdot 0,65} = 20,3 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо 24 світильники ПВЛМ-Р з двома лампами ДРЛ 250 кожн. Потужність однієї лампи $P_{CB} = 250$ Вт. Тоді сумарна електрична потужність усіх ламп, встановлених у приміщенні становить:

$$\sum P_{CB} = P_{CB} \cdot N \cdot n = 250 \cdot 24 \cdot 2 = 12000 \text{ Вт} = 12,0 \text{ кВт}$$

					КНУ.КБР.131.24.1-02.03.0ЕПВ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		7

Схема розташування світильників у приміщенні надана на рисунку 3.3.

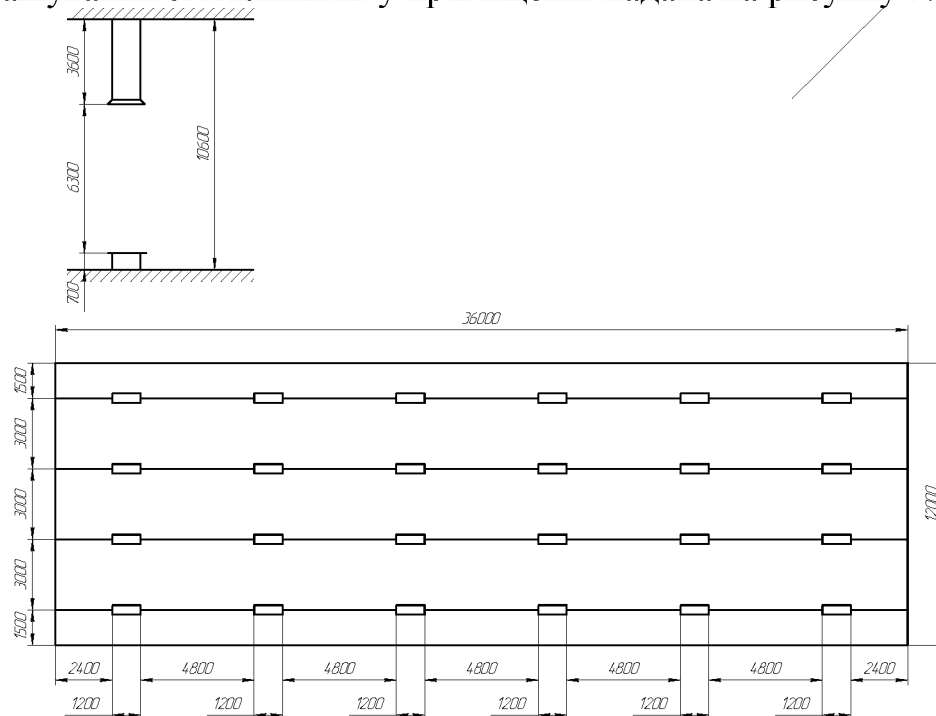


Рисунок 3.3 – Схема розташування світильників у приміщенні

Розрахунок величини звукопоглинання в приміщеннях після акустичної обробки

В приміщення довжню $L = 54$ м, шириною $B = 36$ м, висотою $H = 18$ м на підлозі встановлені 19 джерел шуму із заданим рівнем звукової потужності. Об'єм цеху – 34992 м^3 . Площа стелі – 1944 м^2 , підлоги – 944 м^2 , стін – 1200 м^2 .

Головна задача санітарних служб машиобудівного підприємства – спостереження за тм. щоб рівень шуму не перевищував гранично припустимий рівень, який був не більш максимального припустимого. За максимально припустимий рівень приймається, відповідно до санітарних норм, шум 80 дБ при одночасній роботі усіх верстатів цеху.

Для того щоб устаткувати, чи перевищує шум нашого цеху гранично припустимий рівень, необхідно розрахувати рівень шуму для всього технологічного устаткування. Для початку необхідно визначити числ одиниць обладнання кожної групи цеху по наявним даним, отриманим у ході попередніх розділів дипломного проекту.

Усі дані зведемо до таблиці 3.3 У таблиці представимо рівень шуму для всіх груп обладнання, узяті з даних по охороні праці.

					<i>КНУ.КБР.131.24.1-02.03.0ЕПВ</i>	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Рівні шуму для обладнання ділянки

Таблиця 3.3

№ п/п	Найменування групи верстатів	Кількість, шт.	Рівень звукової потужності L , дБА	
			Від 1-го верст.	Від групи верст
1	Токарні	5	80	$L_{\text{н\o}} = 80 + 10 \lg 5 = 80 + 7 = 87$
2	Сверлильні	4	72	$L_{\text{н\o}} = 72 + 10 \lg 4 = 72 + 6 = 78$
3	Фрезерні	5	77	$L_{\text{н\o}} = 77 + 10 \lg 7 = 77 + 7 = 84$
5	Довбальні	1	75	75
8	Шліфувальні	3	71	$L_{\text{н\o}} = 71 + 10 \lg 3 = 71 + 5 = 76$
10	Протягувальні	1	76	73
	Всього верстатів	19		$L_{\text{н\o}} \text{ \o} = 89$

Необхідне зниження рівнів звукового тиску в розрахунковій точці від одного джерела шуму визначається як різниця очікуваного рівня звукового тиску до реалізації заходів щодо зниження шуму L та допустимого рівня $L_{\text{дон}}$.

$$\Delta L_H = L - L_{\text{дон}}$$

Рівень шуму від однакових джерел у рівновідалених від них точках за формулою:

$$L_i = L + 10 \lg n$$

де n – кількість джерел з однаковим рівнем шуму.

Визначим сумарний рівень шуму одночасні роботи всего устаткування, розташовуючи рівні звуки поїх зменшею: 87, 84, 78, 76, 75, 73дБ.

Сумарний рівень шуму $L_{\text{сум}}$ при спільній дії декількох джерел шуму знаходиться послідовно, починаючи з джерела з найбільшим шумом. При спільній дії двох джерел з рівнями шуму L_1 та L_2 сумарний рівень шуму $L_{\text{сум}}$ знаходиться за формулою

$$L_{\text{н\o}} = L_1 + \Delta L$$

де L_1 – найбільший рівень шуму з двох джерел, дБ;

ΔL – параметр, обраний з таблиці нормативів по різниці шумів найбільшого і найменшого джерел.

Сумарний рівень шуму: 88,7дБ \approx 89дБ.

По санітарних нормах грайчне припустиме значення звукового тиску в машинному цеху орівнює 80 дБ. Розраоває з наченя звукового тиску (89 дБ) більше допустимого на 9 дБ. Виходить, санітарні норми за рівнем шуму не виконуються, потрібно розробити заходи по зниженню рівня шуму.

Для зниження рівня шумності в цеху стіни покривають звукопоглинаючою штукатуркою.

Розрахункова точка знаходиться на віддалі $r > r_{\text{зр}}$ від найближчого верстата ($r_{\text{зр}} = 2$ м).

Тому для ліквідування дільниці вибираємо конструкцію плити ПА мінераловатні офактурені.

Знаходимо значення постійної B_{1000} для приміщення об'ємом 34992 м^3
 $B_{1000} = 4 \times 10^3$.

Визнач аємо величину очікуван ого зниженнярівнів звукового тисск в цій
 точці після личкування ($S_{\text{личк}} = 1944 \text{ м}^2$). Результати рорахунку зводимо в табл. 3.4.

Таблиця 3.4

Величи на, що визна- чається	Од. виміру	Середньгеометрична частота октавної смуги, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$L_{\text{доп.}}$	дБ	94	87	82	78	80	73	71	70
L	дБ	74	79	82	84	89	82	77	72
ΔL_H	дБ	-	-	-	6	10	9	6	2
B_{1000}	м^2	-	-	-	-	4000	-	-	-
μ	-	0,5	0,5	0,55	0,7	1	1,6	3	6
$B = \mu \times B_{1000}$	м^2	2000	2000	2200	2800	4000	6400	12000	24000
S	м^2	5088	5088	5088	5088	5088	5088	5088	5088
B/S	-	0,39	0,39	0,43	0,55	0,79	1,25	2,35	4,7
$B/S+I$	-	1,39	1,39	1,43	1,55	1,79	2,25	3,35	5,7
$A = B S / (B + S)$	м^2	1453	1453	1536	1806	2239	2835	3573	4198
$\alpha = A/S$	-	0,28	0,28	0,3	0,35	0,44	0,56	0,7	0,82
$\alpha_{\text{лич.}}$	-	0,5	0,7	0,85	0,93	0,98	0,95	0,84	0,8
$\Delta A = \alpha_{\text{лич.}} \times S_{\text{лич.}}$	м^2	972	1361	1652	1808	1905	1847	1633	1555

Продовження табл. 3.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$A_1 = \alpha \times (S - S_{\text{шич}})$	м ²	880	880	943	1100	1383	1761	2200	2578
$A_1 + \Delta A$	м ²	1852	2241	2595	2908	3288	3608	3833	4133
$\alpha_1 = (A_1 + \Delta A) / S$	–	0,36	0,44	0,51	0,57	0,64	0,71	0,75	0,81
$1 - \alpha_1$	–	0,64	0,56	0,49	0,43	0,36	0,29	0,25	0,19
$B_1 = (A_1 + \Delta A) / (1 - \alpha_1)$	м ²	2893	4002	5296	6763	9133	12441	15332	21753
B_1/B	–	1,5	2,1	2,4	2,42	2,9	1,94	1,3	1,1
$\Delta L = 10 \lg B_1 / B$	дБ	4,0	7,4	8,7	8,8	10,6	6,6	2,6	1,0

Висновок: використанн для стичної цеху звуко-поглинальних плит забезпечує зрівняння рівнів відбитого звуку, а рівні звуку вогото тиску в контролній точці не перевищують допустимих величин. Для забезпечення безпеки роботи обладнання велике значення має змащен верстатів, використання високочастотних підшипників, балансування балансувати частини верстату. Найбільш інтенсивним засобом для ізоляції гучних агрегатів є застосування звуко-ізолюючих кожухів, що закривають агрегат цілком з виходом органів керування і контролю. Для зменшення вібрації верстатів застосовують амортизаційні підкладки під низ верстата.

Первинні засоби пожежегасіння

Визначення категорії приміщень і будівель за вибухопожежною та пожежною небезпекою

Визначаємо категорію приміщення та будівлі за ДНАОП 1.9.40-1.01.96 шляхом послідовної перевірки належності до категорії починаючи з найвищої (табл. 3.5)

Визначення категорії приміщення

Таблиця 3.5

№	Приміщення	Категорія приміщення	Площа приміщення
1.	Механоскладальна дільниця	Д: Стіни – залізобетонні, перекриття – залізобетонні плити	1944 м ²

Первинні засоби пожежегасіння

Для ліквідації невеликих пожеж за умовами даного робництва використовують пожежний неманізоай, інструмент, вогнегасники

Перелік засобів пожежегасіння для одного протипожежного щита наведений в табл. 3.6. Кількість щитів у цеху – 2.

Первинні засоби пожежегасіння

Таблиця 3.6

№	Первинні засоби пожежегасіння	Вид	Кількість, шт.
1.	Внутрішній кран з пожежними рукавами	ПГ	2
2.	Вогнегасники:	ВВП-10	1
		ВВ-8	1
		ВП-2	1
3.	Ящик з піском	1 м ³	1
4.	Простирадла азбестові, повстяні, брезентові	2×2(м ²)	1
5.	Ручний пожежний інвентар	Гаки, сокири, лопати, відра	По 2

Пожежна сигналізація

Проектуємо встановлення системи пожежної сигналізації променевого типу з не адресованими оповісниками, яка складається зі сповісників димового типу РИД-6 (площа обслуговування 150м²) в кількості $1944/150 = 12,9$. Приймаємо 12 шт

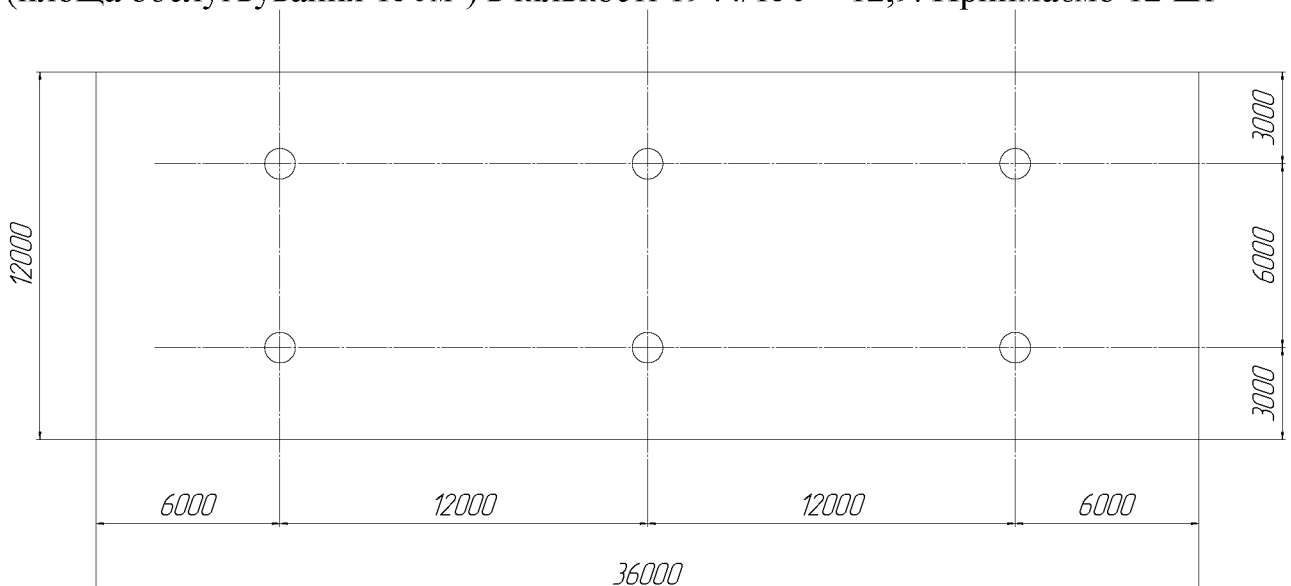


Рисунок 3.4 – Схема розташування пожежних сповісників у приміщенні

Евакуація людей із приміщень та будівель

Дільниця ступінь вогнестійкост. Центральний-повздовній проїзд шириною 4,0 м. В найчиселній зміні працює 30 осіб. При евакуації з приміщення працівники розійдуться по 150 осіб чоловік в різні боки на вихід.

Щільність людей у проході:

$$D = \frac{N \cdot f}{l \cdot \delta}$$

де N – число осіб на відрізку,

f – середня площа горизонтальної проекції людини, дорослого в одязі $0,1 \text{ м}^2$;

l – довжина проходу, 45 м ($66/2 + 24/2 = 45 \text{ м}$)

δ – ширина проходу, 2,5 м.

$$D = \frac{15 \cdot 0,1}{45 \cdot 2,5} = 0,015 \text{ м}^2/\text{м}^2;$$

Скориставшись одержаними значеннями визнаємо швидкість потоку людей в проході (табл. 8.19, [36]) $v=40$ м/хв. інтенсивність потоку 1. Час евакуації:

$$t = \frac{l}{v} = \frac{45}{40} = 1,125 \text{ хв.}$$

Інтенсивність руху людського потоку:

$$Q = D \cdot v = 0,015 \cdot 40 = 0,6 \text{ м}^2/\text{хв.}$$

Пропускна здатність потоку:

$$Q = D \cdot v \cdot \delta = 0,015 \cdot 40 \cdot 2,5 = 1,5 \text{ м}^2/\text{хв}$$

Засоби індивідуального захисту

Засоби індивідуального захисту обираються відповідно до роботи в механічних цехах

Для роботи в механічних цехах робочим необхідні: спеціальний одяг, спеціальне взуття, засоби захисту рук, засоби захисту очей, та захисні дерматологічні засоби

1. Спеціальний одяг: Чоловічий костюм для захисту від нетоксичних речовин і забруднень ДСТУ 7239:2011, жіночий костюм для захисту від нетоксичних речовин і забруднень ДСТУ 7239:2011
2. Спеціальне взуття: Спеціальне взуття для захисту від механічних впливів ДСТУ 7239:2011
3. Засоби захисту рук: Спеціальні рукавиці типу М – ДСТУ ГОСТ 12.4.141:2003
4. Засоби захисту очей: Захисні окуляри з безкольоровим склом, яке має підвищену стійкість до ударів ДСТУ 7239:2011

5. Захисні дерматологічні засоби: «Захисний засіб для рук» від ЗОР по ДСТУ 7239:2011

Висновок

Застосування запропонованих заходів забезпечить високі праездатність та захист від небезпечних та шкідливих факторів

3.2 Оцінка техніко-економічної ефективності виробництва

Вихідні дані для розрахунку:

Базовий варіант: токарний верстат моделі 16К20.

Новий варіант: токарний верстат моделі 16К20Ф3

Таблиця 3.1

Данні: по деталям-представникам	16К20	16К20Ф3
1	2	3
Річний об'єм випуску деталей, шт.	1000	1000
Кількість запусків, шт.	12	12
Тривалість випуску деталей, 7 років	3	3
Штучний час обробки деталі, $t_{шт}$	11,5	7,5
Час налагодження верстату, хв.	125	60,5
Розряд:		
контролер	5	5
верстатник	3	2
наладчик	3	5
Налагодження інструменту	-	4
Кількість кадрів програми, шт.	-	4
Вартість заготовки, $S_{заг.}$, грн.	0,08	0,08
Вартість комплексу спеціальних пристосувань, $K_{пр.}$, грн.	-	-
Оптова ціна на прокат одного УСП, $C_{усп}$, грн.	-	-
Середній час налагодження по прибору одного інструменту по верстатом, хв.	-	4
Середній період стійкості інструменту, хв.	-	60
Середня кількість граней пластини, шт.	-	3
Коефіцієнт в раховуючий дольову вагу основного часу в штучному, k_i	-	0,8
Вартість одного кадру ПК, грн.	-	0,34
Вартість розробки ПК, грн.	-	116
Середньорічна заробітна платня, грн.:		

Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.КБР.131.24.1-02.03.0ЕПВ

Лист

14

Продовження табл. 3.1

верстатника	0,8	0,7
наладчика, Ннал.	0,8	0,9
наладчика інструменту	-	0,7
контролера, Нк	0,7	0,7

Таблиця 3.2

	16К20	16К20Ф3
1	2	3
Маса верстата, т	3,005	4
Габари тні ро зміри (довжина×ширина), мм	2700x1190	3360x1700
Габарити приладу ЧПК, мм	-	1190x1190
Тип приладу ЧПК	-	H22-1M
Строк служби верстата до капіт ального ремонту, Тр.ц. , років	9,5	10
Встановлена потужність всіх електродвигунів головного руху, кВт	10	11
Категорія складності ремонту верстата ЕРС:		
механічної частини	12	11
електричної частини	9,5	22
Кількість верстатів, яку обслуговує один робітник, ш	-	4
Вартість заготовки, S _{заг.} , грн.	0,08	0,08
Вартість комплекту спеціальних пристосувань, Кпр, грн.	-	-
Оптова ціна на прокат одного УСП, Ц _{усп} , грн.	-	-
Середній час налагодження по прибору одного Інс трументу поза верстатом, хв.	-	4
Середній період стійкості інструменту, хв.	-	60
Середня кількість граней пластини, шт.	-	3
Коефіцієнт врах овуючий дольову вагу основного часу в штучному, кі	-	0,8
Вартість одного кадру ПК, грн.	-	0,34
Вартість роз робки ПК, грн.	-	116
Середньорічна заробітна платня, грн.:		
верстатника	0,8	0,7
наладчика, Ннал.	0,8	0,9
наладчика інструменту	-	0,7
контролера, Нк	0,7	0,7

Таблиця 3.3 – Розрахунок допоміжних показників

Данні	16К20	16К20Ф3
1	2	3
Час обробки деталей на протязі року, $T_{шт.}$, Г	$\frac{11.5}{60} \cdot 12 = 2.3$	$\frac{7.5}{60} \cdot 12 = 1.5$
Час налагодження верстату на протязі року, $T_{н.в.}$, Г	$\frac{125}{60} \cdot 1.2 = 2.5$	$\frac{60.5}{60} \cdot 1.2 = 12.1$
Час налагодження інструменту поза верстатом на протязі року, $T_{н.ін.}$, Г	-	$\frac{1.3 \cdot 4 \cdot 195 \cdot 0.8}{60 \cdot 3} = 0.04$
Час контролю деталей на протязі року, $T_{к.}$, Г	$0.083 \cdot 2.3 = 0.19$	$0.2 \cdot 0.19 = 0.038$
Кількість верстатників, $P_{вер.}$, чол.	$\frac{2.3}{1860 \cdot 1} = 0.0012$	$\frac{1.5}{1860 \cdot 2} = 0.0004$
Кількість наладчиків верстатів, $P_{н.}$, чол.	$\frac{25}{1860} = 0.013$	$\frac{12.1}{1860} = 0.006$
Кількість наладчиків інструменту поза верстатом, $P_{н.ін.}$, чол.	-	$\frac{0.04}{1860} = 0.000022$
Кількість контролерів, $P_{к.}$, чол.	$\frac{0.19}{1860} = 0.00011$	$\frac{0.038}{1860} = 0.00002$
Додаткова кількість працюючих по обслуговуванню верстатів з ЧПК, $P_{дод.}$, чол.	-	$\frac{0.5 \cdot 1.5 \cdot 12.1 + 0.04}{3935 \cdot 0.85} = 0.00024$
Загальна кількість працюючих на річну програму випуску деталей, чол. $P_{вер.} + P_{інс.} + P_{н.ін.} + P_{к.} + P_{дод.}$	0.143	0.00668
Частка завантаження верстата обробкою деталі в обсязі річного випуску, β	$\frac{2.3 \cdot 25}{4055 \cdot 0.85} = 0.017$	$\frac{1.5 \cdot 12.1}{3935 \cdot 0.85} = 0.0054$

Розрахунок капітальних вкладень представлений у вигляді таблиці 3.4, яка приведена нижче.

Таблиця 3.4 – Капітальні вкладення по двом варіантам

Показники	16К20	16К20Ф3
Вартість приміщення, яку займає обладнання, $k_{прим.}$, грн.	75,78	145,04
Балансова вартість обладнання, k_B , грн.	187,5	633,6
Витрати на розробку ПК, $k_{ПК}$, грн.	29	116
Сума капітальних вкладень $\sum k$, грн.	292,3	894,7

Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.КБР.131.24.1-02.03.0ЕПВ

Лист

16

Таблиця 3.5 – Розрахунок собівартості обробки

Данні	16К20	16К20Ф3
1	2	3
Заробітна платня верстатника, $I_{вер.}$, грн.	$\frac{0,8 \cdot 2,3}{1} = 1,84$	$\frac{0,7 \cdot 1,5}{2} = 0,53$
Заробітна платня наладчика, $I_{н.}$, грн.	-	$0,8 \cdot 25 = 20$
Заробітна платня наладчика і Інструменту поза верстатом, $I_{ін.}$, грн.	-	$0,8 \cdot 0,04 = 0,032$
Заробітна платня контролера, $I_{к.}$, грн.	$0,7 \cdot 0,19 = 0,133$	$0,7 \cdot 0,038 = 0,027$
Витрати на підготовку та відновлення ПК, $I_{ПК}$, грн.	$\frac{29 \cdot 1,1}{3} = 10,6$	$\frac{116 \cdot 1,1}{3} = 42,5$
Амортизаційні відрахування на повне відновлення обладнання, $I_{А}$, грн.	$187,5 \cdot 0,53 = 9,94$	$0,056 \cdot 633,6 = 34,48$
Витрати на амортизацію та утримання службово-побутових приміщень, $I_{сл.}$, грн..	$7 \cdot 59,5 \cdot 0,0143 = 5,96$	$7 \cdot 59,5 \cdot 0,0068 = 2,83$
Витрати на ремонт та ТО обладнання, $I_{р.}$, грн.	$(30,1 \cdot 12 + 7,4 \cdot 9,5) \cdot$ $\cdot 1 \cdot 0,017 = 7,34$	$(30,3 \cdot 11 + 7,7 \cdot 22) \cdot$ $\cdot 1 \cdot 0,0054 = 2,71$
Витрати на утримання приміщення котре займає верстат, $I_{пл.}$, грн.	$59,5 \cdot (3,33 + 0) \cdot$ $\cdot 4,5 \cdot 0,017 = 15,16$	$59,5 \cdot (5,75 + 1,42) \cdot$ $\cdot 4 \cdot 0,0054 = 9,2$
Витрати на ТО та ремонт приладів ЧПК $I_{пр.}$, грн.	-	378
Сума собівартості обробки C , грн.	248,5	492,8

Таблиця 3.6 – Результати розрахунку

	16К20	16К20Ф3
Приведені витрати Z , грн.	$248,5 \cdot 0,15 \cdot 292,3 =$ $= 10895,5$	$492,8 \cdot 0,15 \cdot 894,7 =$ $= 66136,2$
Річний економічний ефект $E_{рн.}$, грн.	$66136,2 - 10885,5 = 55240,7$	

3.3 Організація виробництва із застосуванням сучасних технологічних рішень (науково-дослідна частина)

Дослідження закономірностей зношування

В даному розділі наведені результати досліджень закономірностей зношування інструменту після імпульсно-обробки. Отримані результати говорять про наявність багаторазового припрацювання інструмента в процесі зношування.

Дослідженню закономірностей зношування інструментів, розробки й призначенню критеріїв в зупинення тисячелі чилени. Установлено залежності від умов роботи, властивостей матеріалів інструмента й деталі, зміна характеристик зношування відбувається неоднаково.

Випробування різців із твердих сплавів показали наявність трьох варіантів початкової стадії зношування: і припрацюванням, без припрацювання й зі зворотним припрацюванням

Перший варіант характерний для інструмента низької якості або при низьких режимах роботи. При обробці більшості сплавів зношування твердого сплаву, залежно від зони температури, носить адгезійний, дифузійний або, частіше, змішаний характер. Приробіток зношування твердого сплаву має кроковий характер. Це підтверджено в ядрі робіт.

Зв'язок інтенсивності приробітку з якістю виготовлення інструмента встановлена при експлуатації цінних випробуваннях. Тому другим варіантом зношування має місце при високих режимах різання і якісному різальному інструменті, коли приробіток зникає, тобто лінія сталого зношування проходить через початок координат.

Зворотне приробляння, випадки якого відомі для деяких машин і оснащення, фізично являє собою інкубаційний період процесу зношування й виражається в його прискоренні до переходу в лінійну (стабільну) стадію. Випадки зворотного приробляння зустрілися для інструмента, підданого обробно-зміцнюючим операціям.

Для інструмента, піддаого віброабразивній обробці, спочатку спостігалися процеси пластичної деформації поверхнього шару, зародження й розвитку субмікротріщин, контакної втоми, а лише потім почалося власне зношування - відділення часток твердоо сплаву.

При надмірн високих режимах кінетика зворотного приробляння іноді імітувалася швидким настанням утмного зношування після нетривалого лінійного періоду

Подібні закономірності зношування зі зворотним прироблянням спостігались й при штучному округленні ріжучих лез, а також при обробці безвольфрамоими твердими сплавами, легоями карбідами перехідних металів.

Проведені дослідження зносостікості твердосплавних різальних інструментів після імпульсно і лазерної обробки (ІЛО) показали, щ кінетика основної стадії зношування при чорновій обробці представляється наступними випадками: прискореними розвитком зношування, наявністю прискорення з наступною зі зношування, уповільненою зношуванням.

Прискорений розвиток зношування був хаактно для інструмента, що не пройшов ІЛО (рисунок 3.1). Переважаючий характер зношування в цьому випадку тендітне руйнування ріжучої частини інструмента. Це проявляється у відділенні малих часток ріжучої кроки, що багато в чому пов'язане з поверхневими дефектами інструментального матеріалу

Відділення часток матеріалу в основному відбувається на передній поверхні, порівнянної з довжиною контакту стружки з середньою поверхнею, а по ширині - порівнянної із шириною шару, що зрізується.

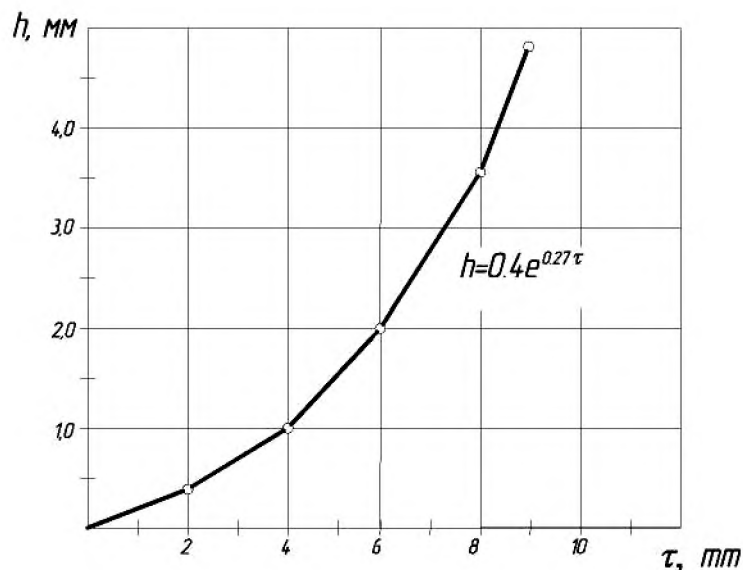


Рисунок 3.1 - Зміна зношування інструмента, що не пройшов ІЛО

Залежність зношування h від часу роботи інструмента τ у цьому випадку з високою вірогідністю апроксимується рівнянням

$$h = h_a \cdot e^{a\tau},$$

де h_a - припрацювання зношування,

a - показник, що характеризує швидкість приробітки.

Перевірка рівняння (3.1), а також рівнян, аедни нижче на а декватність вироблялася за критерієм Вільямса й К лута, шляхом розрахукового кутового коефіцієнта

При зміцне нні по режиму В1, коли потужність була дорівнює 100 Вт, спочатку типове п р искореннязношу ання, а пот ім і з виходо на другій, досить протяжна лінійна д ілянка (рисунок 3.2).

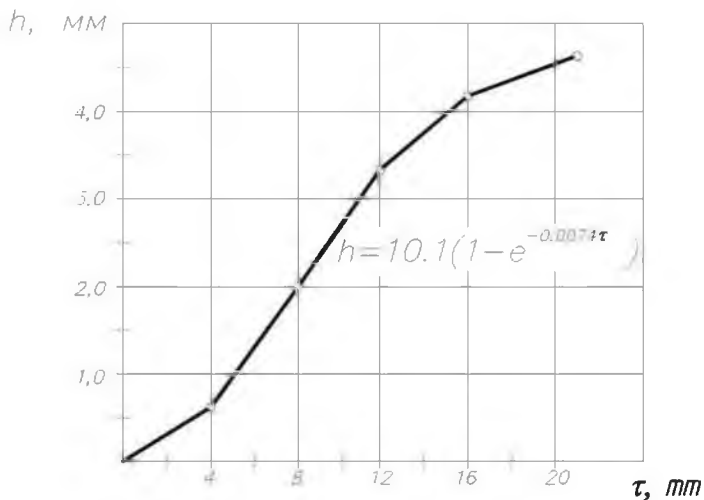


Рисунок 3.2 - Зміна зношування інструменту, що пройшов ІЛО

Більш наочно ця картина буде представлена, якщо перейти до залежності «швидкість зношування - час» (рисунок 3.3), що апроксимується функцією

$$V_n = A \tau e^{-a^2 \tau^2},$$

де A и a - показники, що характеризують швидкість приробітки інструмента.



Рисунок 3.3 - Залежність швидкості зношування інструмента протягом часу роботи

Час прироблення інрумента можна визначити, якщо продиференцюємо функцію, дорівнявши до нуля, виріит рівняння відносно. У результаті одержимо

$$\tau_{id} = \frac{0,71}{\dot{a}}$$

З останнього рівняння треба, що при збільшенні коефіцієнта a час приробітки $T_{ш}$, зменшується. Величина коефіцієнта залежить від геометричних параметрів інструмента й товщини шару, що зрізується. Так, при $\gamma=6^\circ$, $\alpha=10^\circ$, $\varphi=45^\circ$ і товщині шару, що зрізується, $a_s=0,71$ мм коефіцієнт $a=0,086$. Отже $\tau_{пр}=8,3$ мм. При зменшенні переднього кута в до негатиюх значень коефіцієнт, а збільшується в 1,2...1,8 рази. Відповідним чином зменшується й час приробляння інструмента.

Аналогічна закономірність спостерігається при зменшенні товщини шару, що зрізується. Графіки цих залежностей наведені на рисунку 3.4.

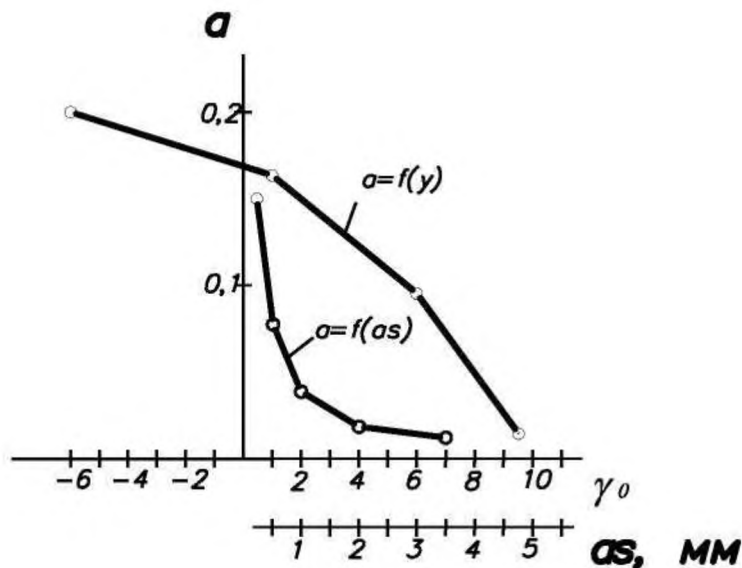


Рисунок 3.4 - Вплив умов різни на величину приробляння інструмента
Залежність для розрахунку зношування одержимо, якщо функцію проінтегруємо:

$$\int_0^T V_u d\tau = h_3$$

У результаті одержимо

$$h_3 = \frac{A}{2a^2} (1 - e^{-a^2 T^2}).$$

При зміщенні по режиму В2 спостерігається в основному зношування інструмента, що поступово переходить у лінійну стадію (рисунок 3.5).

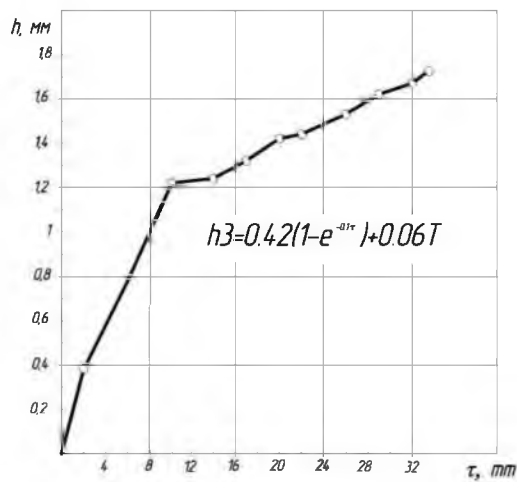


Рисунок 3.5 - Характер зношування інструмента при наявності загальмування зношення

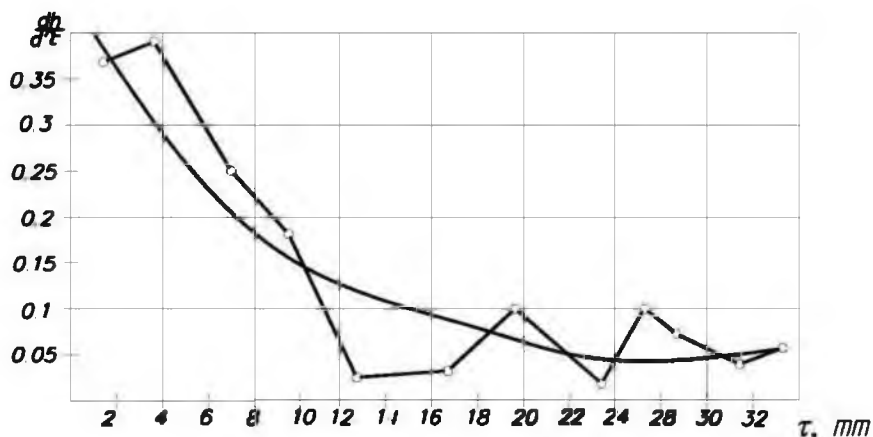


Рисунок 3.6 - Характер послідовного швання
Ця закономірність п исується аступною зал жністю:

Найбільше наччно це простежується на графіку залежності зношування від часу роботи інструмента (рисунок 3.6).

$$V_{\dot{z}} = h_{\dot{z}a} \cdot a^{-b\tau} + B,$$

де $h_{\dot{z}a}$ - припрацювання зношування,

B - стала ш викість зношування,

b – показник швидкості приробітки.

При переході до залежності зношування від часу роботи за оп могою функції одержимо

$$h_{\dot{z}} = h_{\dot{z}a} (1 - e^{-b\tau}) + B\tau.$$

Остання залеж ніст є експонентної, що вдовідає ізічній с тн ості процесу. Аналіз рельєф уповерні зношуваня з глибокими риз иками й кінетика зношуання вказують на а разивн ий хаактер зношування. У більшсті вип дків для твёрдосплавних інс румнтів, щопрошли ІЛО по режиму В2 при низькх шв костях різання, великій товщині ш ару, що зрізує, позиивному ередньому кті, крива

зношування складається з ряду сходів з кількарізковими прискоренням і гальмуванням зношування (рисунок 3.7).

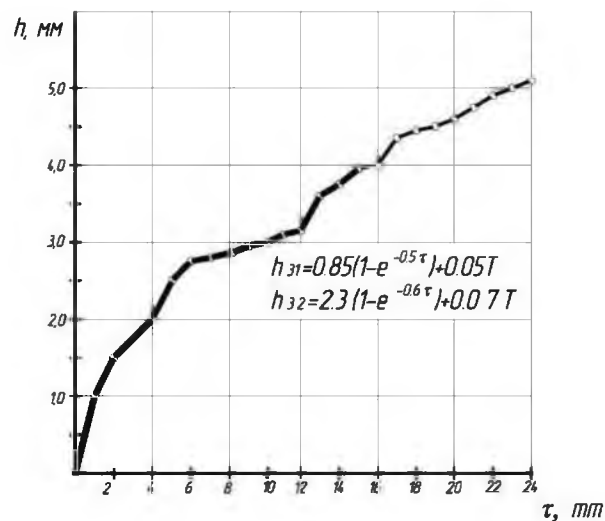


Рисунок 3.7 - Характер зношування інструмента при кількарізковому гальмуванні і прискоренні зношування

Як видно на рисунку 3.8 на першому стадії швидкість зношування падає до певної стабілізації пресу, а надалі ізко зростає й на другій стадії нову відбувається падіння до стабілізації. Характерні зношування в цьому випадку описується рівнянням

$$h_{31} = h_{3a}(1 - e^{-b_1\tau}) + B_1\tau \quad 0 \leq h_{31} \leq h_{32},$$

$$h_{32} = h_{3a}(1 - e^{-b_2\tau}) + B_2\tau \quad h_{32} \geq h_{31},$$

де h_{31} , h_{32} - зношування інструмента по зній овері відповідно на першому й другому шаблях зношування; h_{3a} - припрацюван зношення наершій стадії;

h_{3b} - вторинне припрацювання зношування;

B_1 , B_2 - стала швидкість зношування на первинній і вторинній лінійній ділянці;

b_1 , b_2 - показники швидкості первинного й вторинного припрацювання.

Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

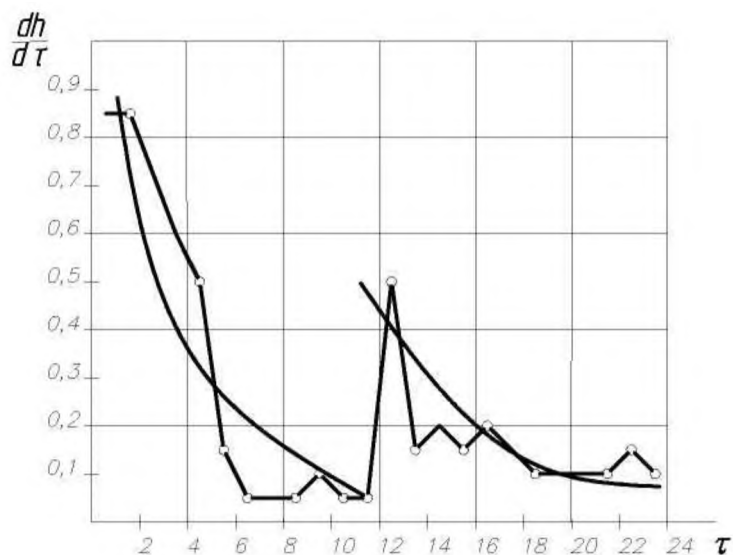


Рисунок 3.8 - Зміна швидкості зношування інструмента при наявності гальмування і прискорення зношування. Іноді при певному сполученні умов роботи крива зношування зміцнених інструментів складається з ряду сходів з кількозним прискоренням і із процесу зношування. Як відомо, зношування інструмента відбувається одночасно по задній поверхні (внаслідок тертя б поверхню деталі) по передній поверхні (внаслідок тертя стрижки, що сходить). Причому переважає це в основному при швидкості різання до 100 м/х.

Особливістю зношування передньої поверхні є утворення лунки на відстані f від ріжучої кромки (риснок 3.9)

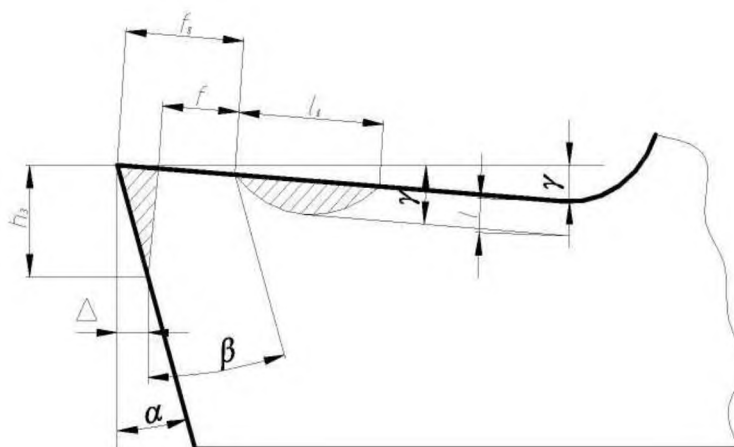
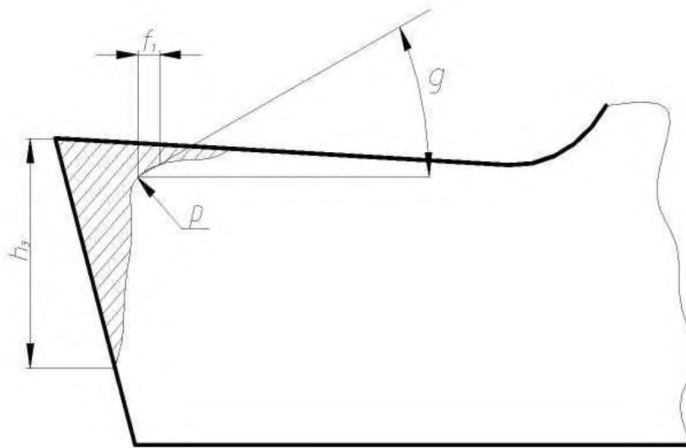


Рисунок 3.9 - Геометрія зношування ріжучого інструменту по передній і задній поверхні

У міру зносування довжина l_0 і глибина лунки l збільшуються. При одночасному зношенні передньої і задньої поверхонь інструмента ділянка передньої поверхні f , що перебуває між лункою зношування й ріжучою крайкою, поступово зменшується, зменшується як тисок P і в результаті міцність ріжучої частини знижується. Оскільки міцність твердого сплаву низька, це веде до руйнування її частин. Як було встановлено, міцність твердого сплаву після зношення ІЛО підвищується. Тому ймовірність руйнування падає, але зношування

задній і передній повороти продовжує рух з постійною швидкістю. У певний період часу відбувається з'єднання ділянок зшарпання на передній і задній поверхнях, що приводить до різкого зменшення переднього кута від невеликих позитивних до значних негативних величин і зростає радіус округлення кінцевих крайок (рисунк 3.10). У той момент, коли відбувся «порив» лунки, починається прискорене зношування. Після швидкоплинного «пориву» лунки (наприклад, впродовж 1 хв) подальші процеси можна розглядати як швидкоплинне прироблення інструмента в нових умовах зношування. Зменшення переднього кута до негативних значень, збільшення радіуса округлення r і утворення фаски f_1 (рисунк 8.10) сприяють підвищенню зносостійкості інструмента проти абразивного зношування і крихкого руйнування.



Рисунк 3.10 – Геометрія зношування ріжучого інструмента після ІЛО

У рідких випадках можливе багаторазове прироблення інструмента з повторенням циклу: утворення фаски зношування - її зростає - її зростає і злиття вогнища зношування - виникнення фаски на новій місці й т.д. Міграція вогнища зношування може переходити й на дільничну задню поверхню.

Існуюча концепція відповідно до якої після прискореного зношування починається стадія катастрофічного зношування з прогресуючою втратою ріжучих властивостей для твердосплавного інструмента, отриманого ІЛО, не завжди знаходить експериментальне підтвердження більшості різальних інструментів, що пройшли ІЛО, зносостійкість у процесі вироблення підвищується.

Варто виставити такою корективкою цю величину критерію затуплення твердосплавного інструмента, отриманого ІЛО. Так, результативні дослідження показали, що критерій затуплення збільшився 4..5 разів у порівнянні з нормативним. Завдяки цьому збільшується тривалість роботи інструмента, в основному за рахунок підвищення міцності твердого сплаву.

Оцінка зносостійкості твердосплавних різальних інструментів за результатами форсованих випробувань

Для оцінки впливу імпульсної лазерної обробки (ІЛО) на вартість твердосплавних різальних інструментів були проведені форсовані випробування. На відміну від повільних, форсовані випробування дозволяють скоротити час виготовлення, вартість інструментального матеріалу.

Форсування випробувань здійснювалося шляхом східчастого зростання режимів різання: швидкості різання й подачі.

При виконанні випробувань інструментів методом східчасто-зворотних режимів різання повинні виконуватися наступні вимоги: з перекадом інструмента з одного режиму роботи в наступний не повинне відбутися опірної зміни процесу, що протікає у матеріалі інструмента й в матеріалі деталі, повинні діяти ті самі руйнівні фактори, причому може змінюватися лише інтенсивність деяких факторів. Експериментальним граничним режимом форсування вважається по наступному алгоритму:

- інструмент випробується при східчій зміні режимів E_i
- на кожному аблі випробувань фіксується час роботи інструмента T_{ei} і рівень втрати ресурсу
- визначають гранично допустимий режим форсування $E_{f^{np}}$, при якому інструмент втрачає свою працездатність

Результати випробувань інструментів методом східчасто-зростаючої швидкості різання показали, що при більш низьких швидкостях різання зміна зношування для інструментів, що пройшли зцінення методом ІЛО, істотно знижується (в 2...2,3 рази) у порівнянні з незціненими інструментами.

При подальшому збільшенні швидкості різання, швидкість зміни зношування зцінених різців уже не буде відрізнятися від незцінених різців в 2...3 рази. Із цього треба вивести ефект зцінення являється при більш низьких швидкостях різання, тобто при черговій обробці, що відбувається як правило й при більш високій подачі.

Так граничне значення подачі в 1,2...2,2 рази вище для всіх випробувань марок твердого сплаву, у тому числі й безвольфрамових.

Отже, результати форсованих випробувань показали, що ІЛО підвищує зносостійкість твердосплавного різального інструменту при черговій обробці металу. При більш високих швидкостях різання ефективність зцінення значно нижче, а в деяких випадках навіть відсутній.

ВИСНОВОК

У першому розділі була виконана робота по призначенню на всі ланки розмірного ланцюгу технологічно досяжних допусків, граничних відхилень та проставленні середні значення полів допусків, надана схема складання вузла "Вал тихохідий". Проведений розрахунок циліндричної передачі, також проведений розрахунок реакцій опору вала і побудовані епюри згинаючих та крутних моментів.

Другий розділ бакалаврської роботи має проведений аналіз якості поверхонь деталі "Вал" наданий хімічний склад сталі деталі та її механічні властивості, технологічні властивості температура ковки та інші. Виконана нумерація поверхонь деталі та представлений аналіз якості її поверхонь у табл. 2.5. Проведений технологічний контроль робочого креслення, на кресленні проставлені усі необхідні розміри, що визначають геометричні параметри елементів деталі, граничні відхилення та квалітети точності з полями допусків, а також параметри шорсткості оброблюваних поверхонь, також вказані технічні вимоги до взаємного розташування деяких поверхонь відносно відповідних баз. Виконаний якісний аналіз технологічності. Призначені два варіанти виготовлення заготовки та вибраний оптимальний варіант виготовлення по таблиці впливу факторів табл. 2.1.

Вибрані методи обробки деталі. Здійснена оцінка надійності систем по параметрам точності, розроблений маршрут обробки деталі, розроблені режими різання аналітичним методом, маршрут розробки приведенний у таблиці 2.1 у підрозділі 2.8 та розроблений маршрут технологічних операцій який приведенний у таблиці 2.2 тогож підрозділу. Розраховані припуски на зовнішню циліндричну поверхню які надані у вигляді таблиці 2.3 підрозділу 2.8. Розраховані міжопераційні розміри і припуски на обробку деталі які надані у таблиці 2.4 попереднього підрозділу. Обрано технологічне устаткування яке надане у таблиці 2.3 підрозділу 2.9, розрахована кількість обладнання, розрахована трудомісність виготовлення "Валу" значення якої надані у табл. 2.4 попереднього підрозділу. Вибрані способи обробки та тип верстату, приведені технічні характеристики верстату. Виконаний аналіз систем базування деталі сторінка 71. Орані конструкції установочних елементів, проведений розрахунок похибки базування та розрахунок зусиллч закріплення, приведена схема закріплення детал на рисунку 2.4 підрозділу 2.10. Виконана оцінка точності пристосування та силовий розрахунок пристосування. Вибрані ріжучі та допоміжні інструменти які надані у таблиці 2.1 підрозділу 2.11.

					<i>КНУ.КБР.131.24.1-02.01.B</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Бура</i>			<i>Висновок</i>	<i>Лист</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Кіянoвский</i>					1	2
<i>Н. Контр.</i>		<i>Рязанцев</i>			<i>Каф. ПМ. гр. ПМ-21ск</i>			
<i>Затвердив</i>		<i>Нечасв</i>						

У третьому розділі проведенний аналіз умов праці охорони праці та екології виробництва. Надана карта умов праці згідно з визначеними небезпечностями у таблиці 3.1 підрозділу 3.1. Визначенні небезпечні та шкідливі фактори у таблиці 3.2 тогож підрозділу. Проведена оцінка техніко-економічної ефективності виробництва, капітальних вкладень, собівартості обробки та інше. В науково-дслідницькій частині виконано дослідження закономірностей зношування, представлений графік залежності зношування інструменту від часу роботи на рисунку 3.1 підрозділу 3.3, також представлений графік впливу умов різання на величину припрацювання інструменту який представлено на рисунку 3.4 попереднього підрозділу. Проведена оцінка зносостійкості твердосплавних різальних інструментів.

					<i>КНУ.КБР.131.24.1-02.01.В</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Бура</i>				<i>Висновок</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Кіянковский</i>						2	2
<i>Н. Контр.</i>	<i>Рязанцев</i>				<i>Каф. ПМ. гр. ПМ-21ск</i>			
<i>Затвердив</i>	<i>Нечаєв</i>							

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Підручник Ю.С. Рудь - Основи конструювання машин
2. Панов Обработка металов резаньем
3. Соломин И.С. Расчет сборочных и технологических размерных цепей. – Машиностроение 1982 г.- 142с.
4. Допуски и посадки. Справочник. В 2-х т. / Мягков В.Д. и др. Л. Машиностроение 1983г. т.1 – 543 с.; т.2 – 520 с.
5. Новиков М.Н. Основы технологии сборки машин и механизмов. – М. Машиностроение 1981 г.
6. Справочник технолога–машиностроителя. Т.2 / Под ред. Касиловой А.Г., Мещерякова Р.К – М. Машиностроение 1986г. – 687с.
7. Классификатор деталей машин машиностроения и приборостроения – М. Издательство стандартов, 1987 г.
8. Руденко П.А. Проектирование и производство заготовок в машиностроении: Учебное пособие – К. Вища школа. 1991г. –247с.
9. Технология машиностроения (специальная часть)/ Гусев А.А. и др.: Учебник. – М. Машиностроение 1986г. – 486с.

					<i>КНУ.КБР.131.24.1-02.01.СВД</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Бура</i>				<i>Список використаних джерел</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Кіяновський</i>						1	1
<i>Н. Контр.</i>	<i>Рязанцев</i>				<i>Каф. ПМ. гр. ПМ-21ск</i>			
<i>Затвердив</i>	<i>Нечаєв</i>							

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

АЛЬБОМ КРЕСЛЕНЬ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ЗАСВІДЧУЮЧИХ АРКУШІВ

кваліфікаційної роботи бакалавра

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

на тему: Розробка та інженерне обґрунтування конструкцій і технологій виготовлення валу лебідки механізму підйому стріли екскаватора ЕКГ 4,6 з використанням методів прикладної механіки на основі CAD/CAM систем

Виконав здобувач гр. ПМ-21ск

(підпис)

Бура О.В.

Керівник КБР

(підпис)

Кіяновский М.В.

Нормоконтроль

(підпис)

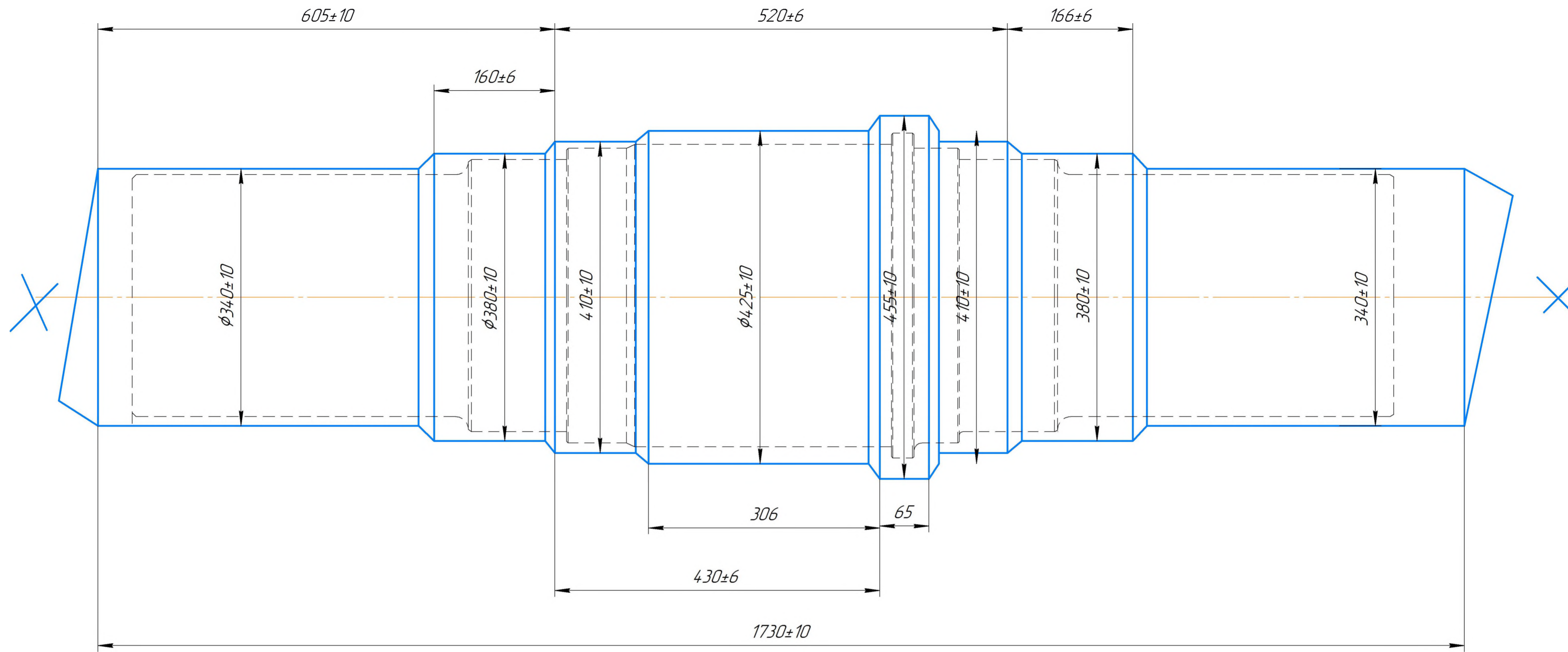
Рязанцев А.О.

Завідувач кафедри

(підпис)

Нечаєв В.П.

м.Кривий Ріг
2024 р.



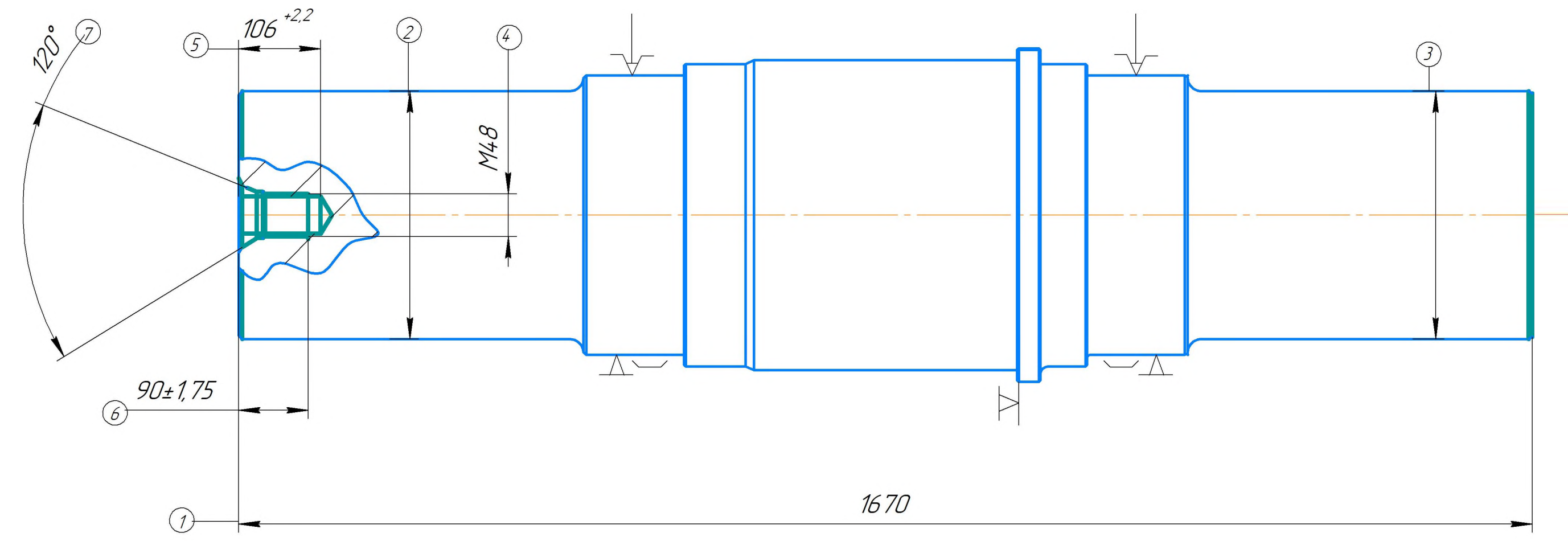
- 1.Можлива заміна матеріалу на сталь 34ХН1МА ДСТУ 7806:2015
- 2.Термообробка - відпал до НВ 200
- 3.Клас точності Т3; степінь складності С2; група сталі М2; вихідний індекс 7 ДСТУ 9182:2022
- 4.Невказані штампувальні ухили: 7
- 5.Невказані граничні відхилення розмірів по ДСТУ 9182:2022
- 6.Контролювати 15% заготовки по домовленості із замовником

Перв. примен.	Спроб. №	Підп. і дата	Інв. № з'їдл.	Взам. инв. №	Підп. і дата	Інв. № подл.

КНУ.КБР.13124.1-02.ПТП				Лист	Масса	Масштаб
Вал (поковка)				1	1577,85	1:1
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист Листов 1		
Разраб.	Бура					
Проб.	Кияновский					
Т.контр.						
Н.контр.	Рязанцев			Сталь 35 ХМФА ГОСТ4543-71		
Утв.	Нечаев			ПМ-21 ск		

005 Фрезерно – центрувальна

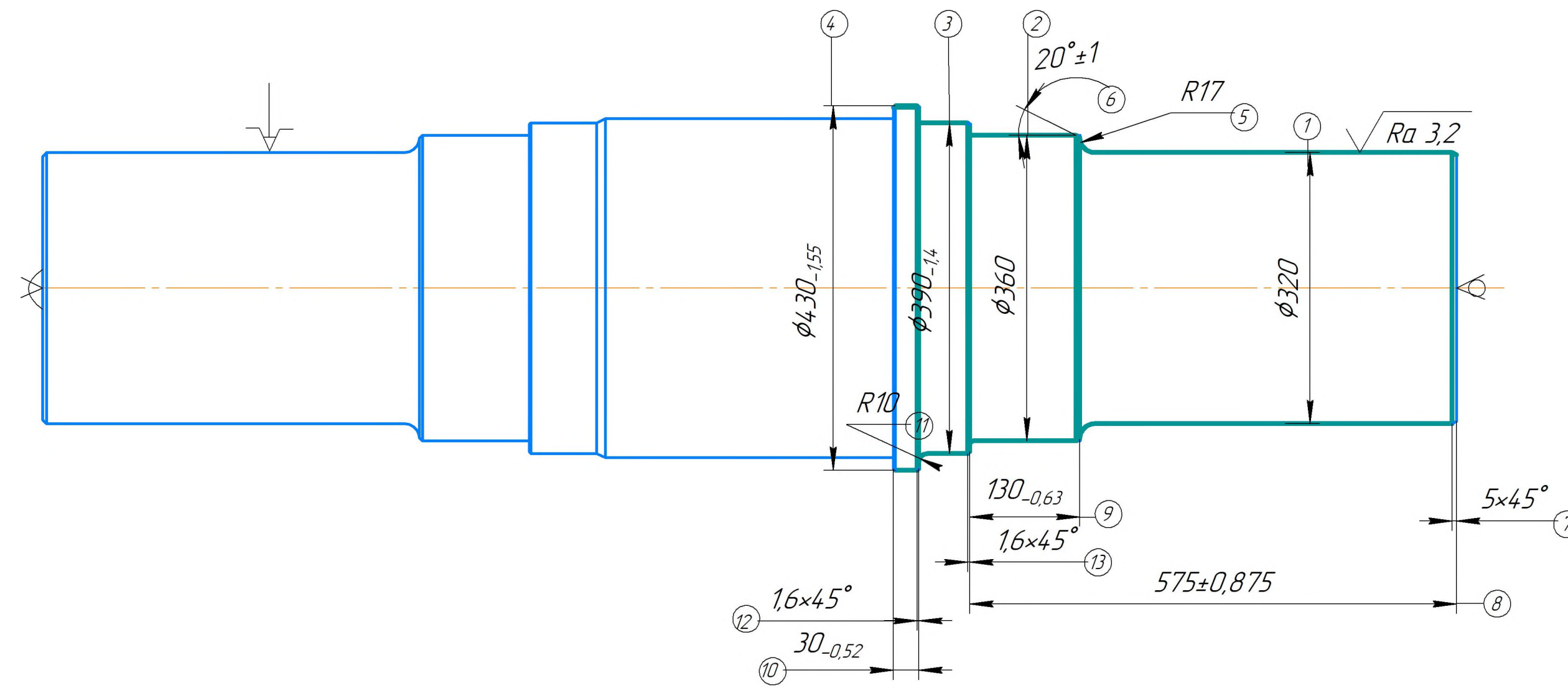
√ Ra 6,3



Модель верстату	№ інс.	V, мм/хв	n, хв	f, мм	S, мм/хв	Ta, хв	Tшт, хв
Фрезерно-центрувальна 2913	1	98,9	6,3	30	0,1	0,8	10,04
	2	16,8	12,5	24	0,4	0,8	10,04

010 Токарна з ЧПК

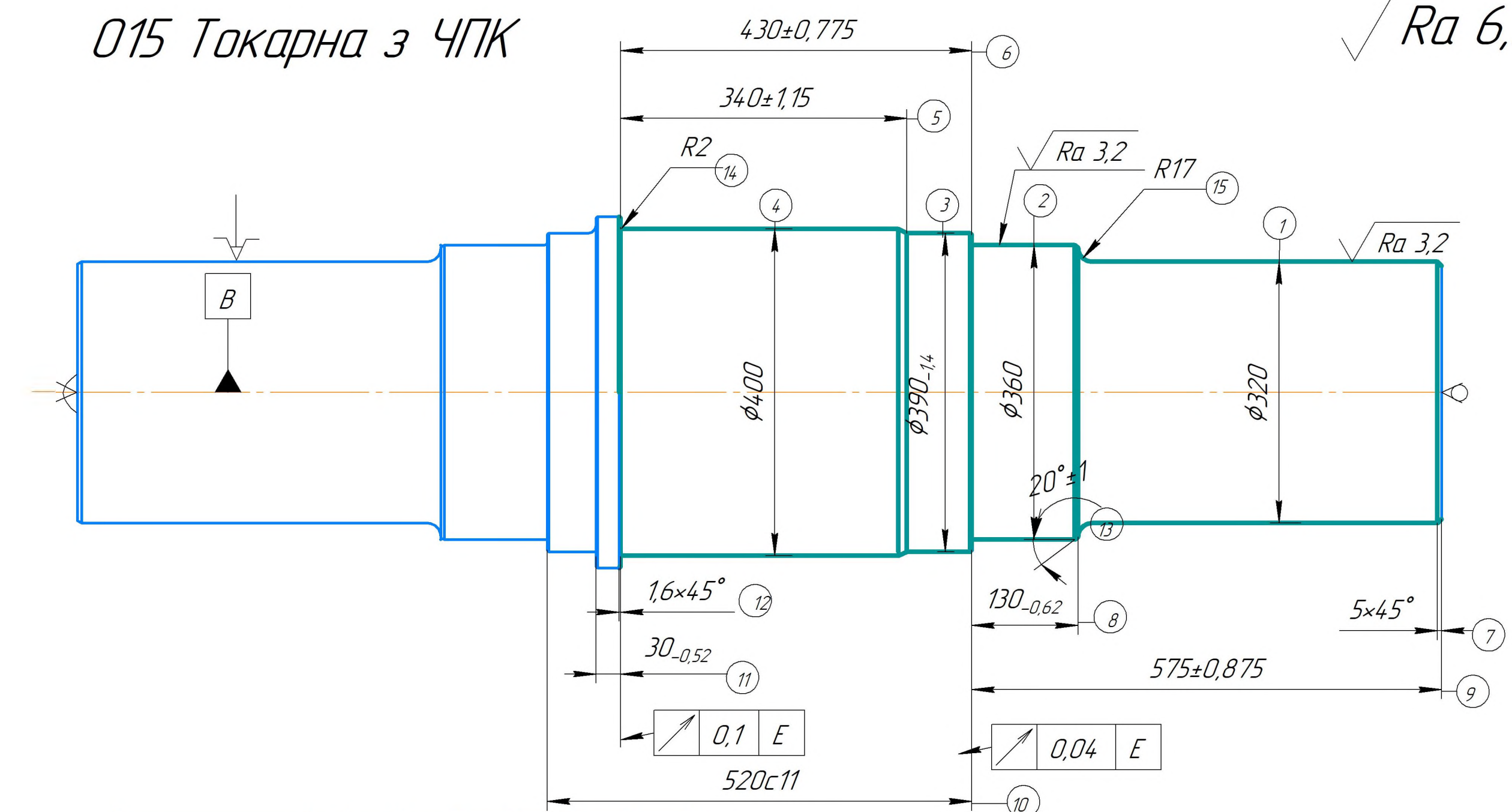
√ Ra 6,3



Модель верстату	№ інс.	V, мм/хв	n, хв	f, мм	S, мм/хв	Ta, хв	Tшт, хв
Токарний патрону – центральний 16К30Ф305	1	81,6 115,9 77 85	80 100 6,3 6,3	7,5 5,475 10 10	0,6 0,6 0,6 0,6	29,5	42,1
	2	160,8 142,9	160 125	2,5 2,5	0,279 0,279		

015 Токарна з ЧПК

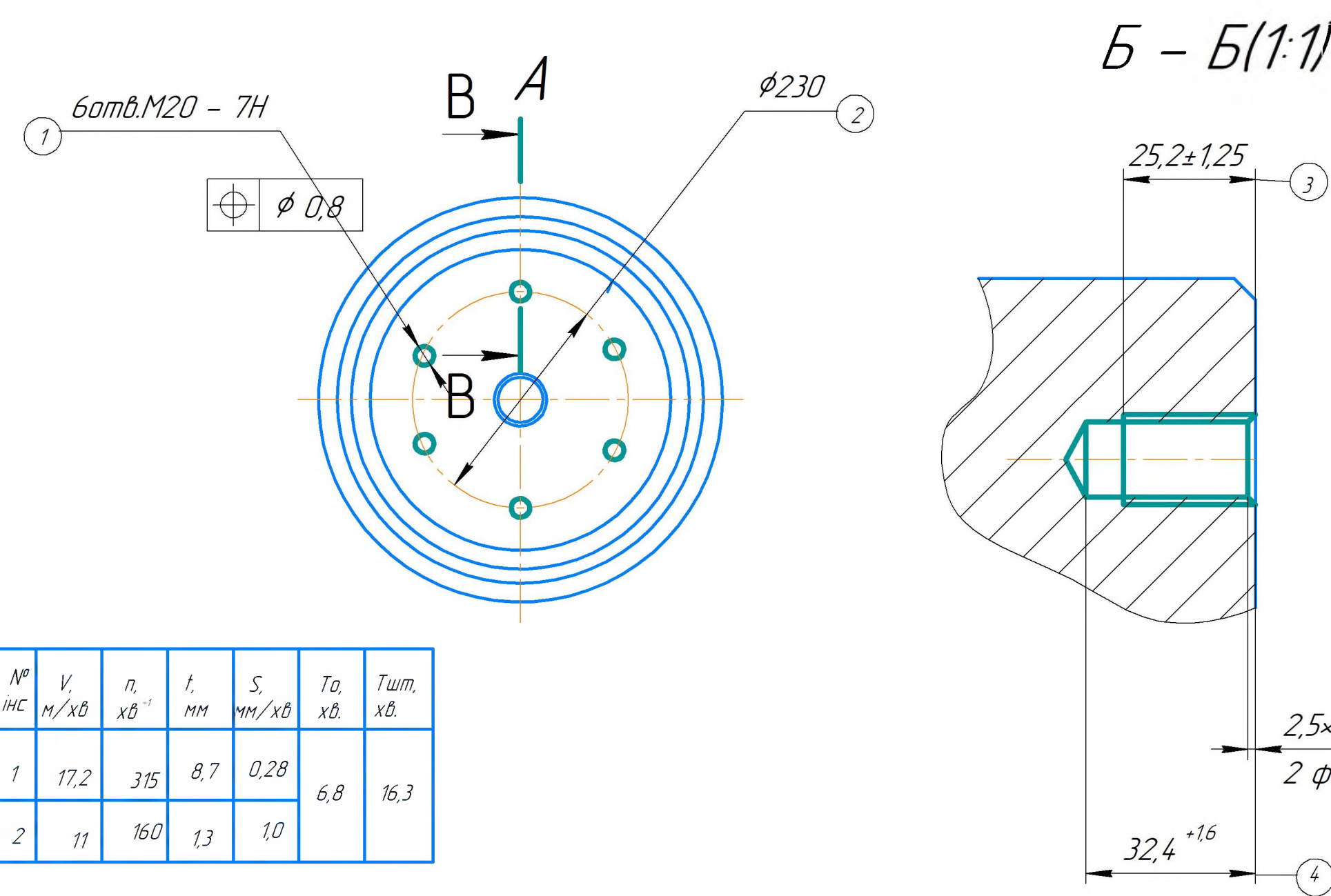
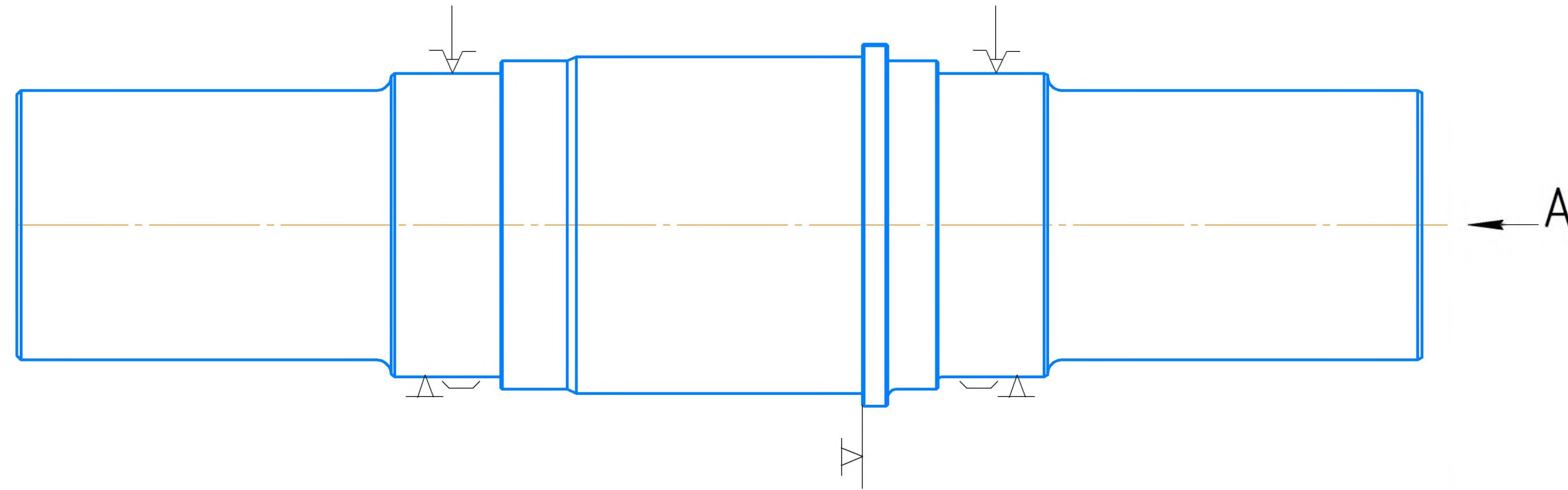
√ Ra 6,3



Модель верстату	№ інс.	V, мм/хв	n, хв	f, мм	S, мм/хв	Ta, хв	Tшт, хв
Токарний патрону – центральний 16К30Ф305	1	81,6 115,9 77 85	80 100 6,3 6,3	7,5 5,475 10 10	0,6 0,6 0,6 0,6	35,1	46,87
	2	160,8 142,9	160 125	2,5 2,5	0,279 0,279		

020 Горизонтально – розточна

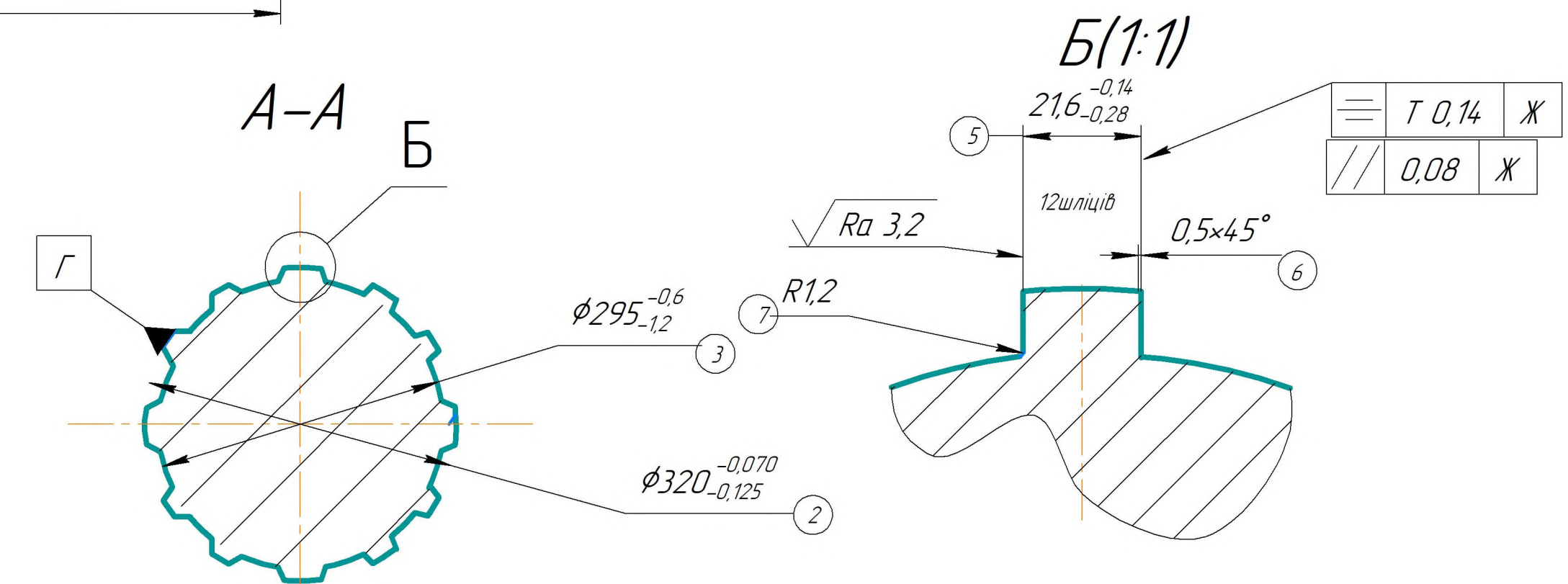
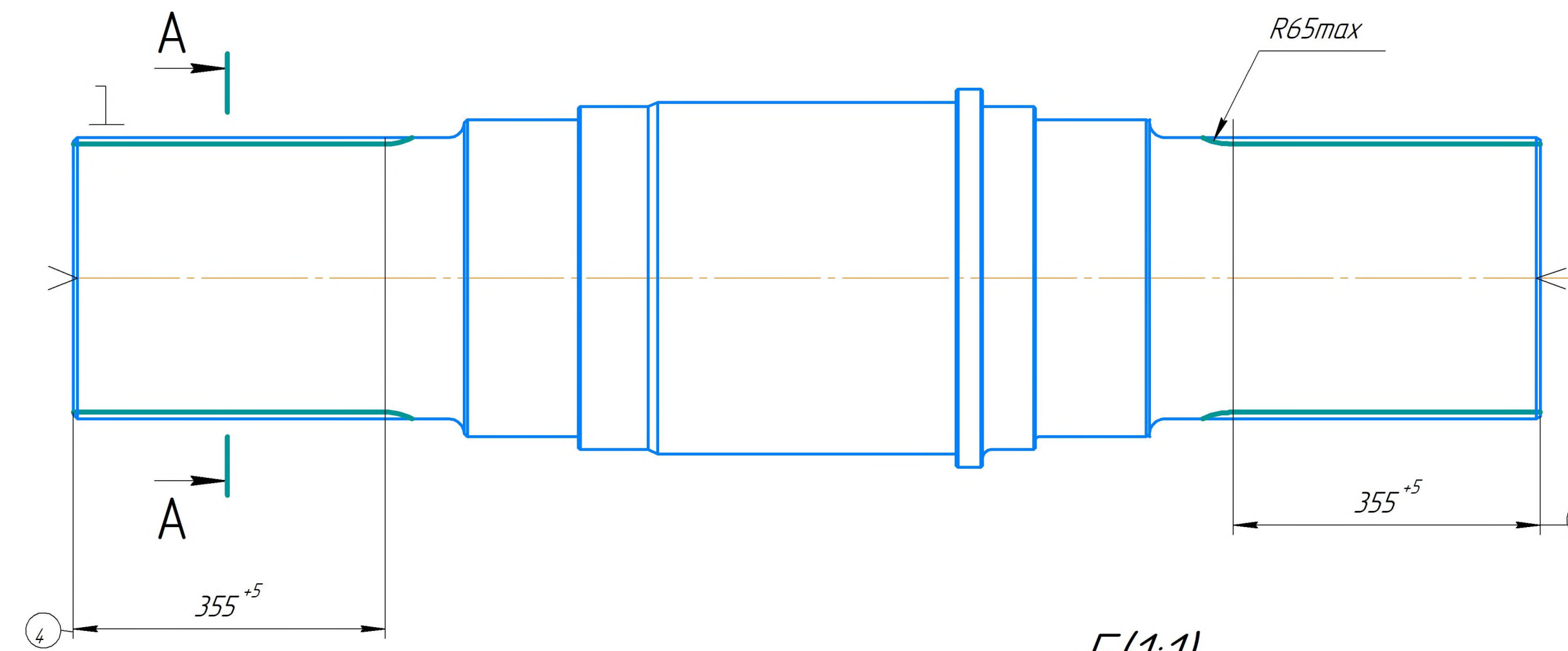
√ Ra 12,5



Модель верстату	№ інс.	V, мм/хв	n, хв	f, мм	S, мм/хв	Ta, хв	Tшт, хв
Горизонтально – розточний 2636Ф1	1	17,2	31,5	8,7	0,28	6,8	16,3
	2	11	160	1,3	1,0		

030–035 Шліцефрезерна

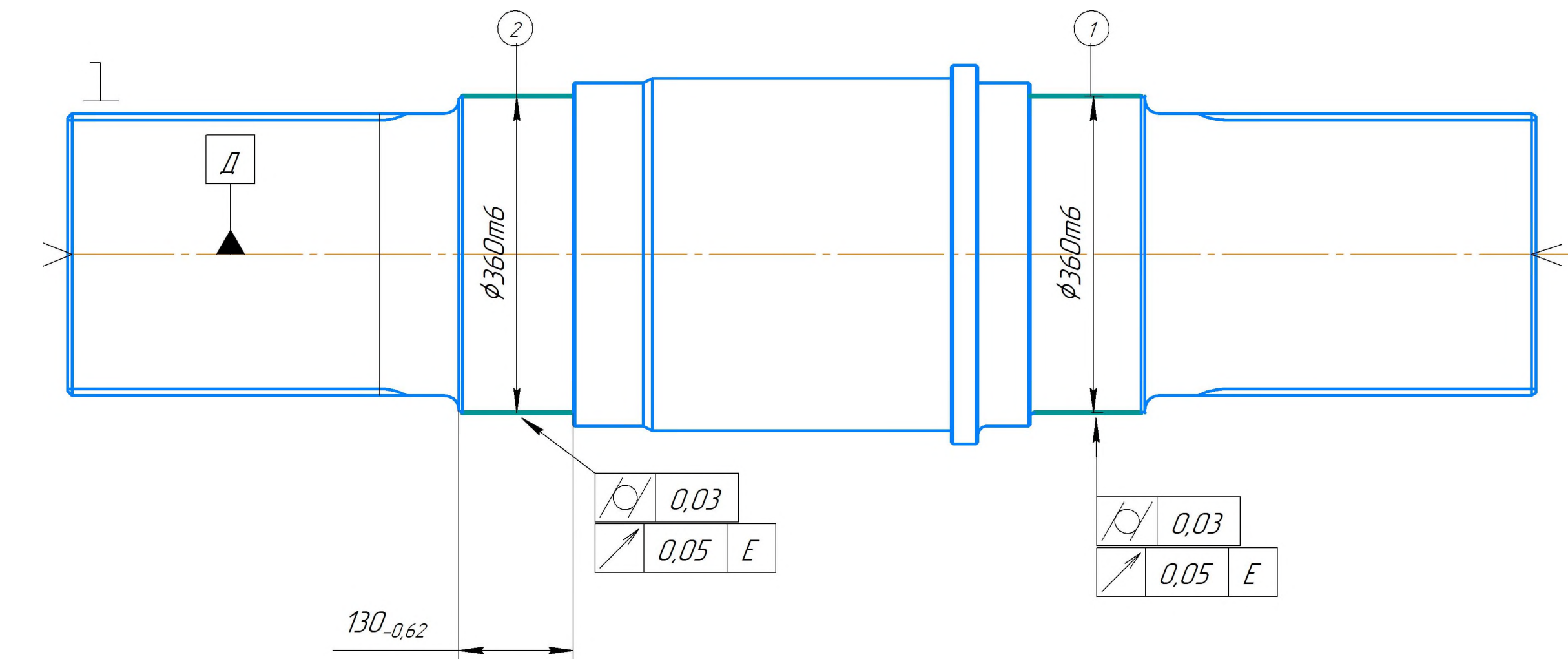
√ Ra 3,2



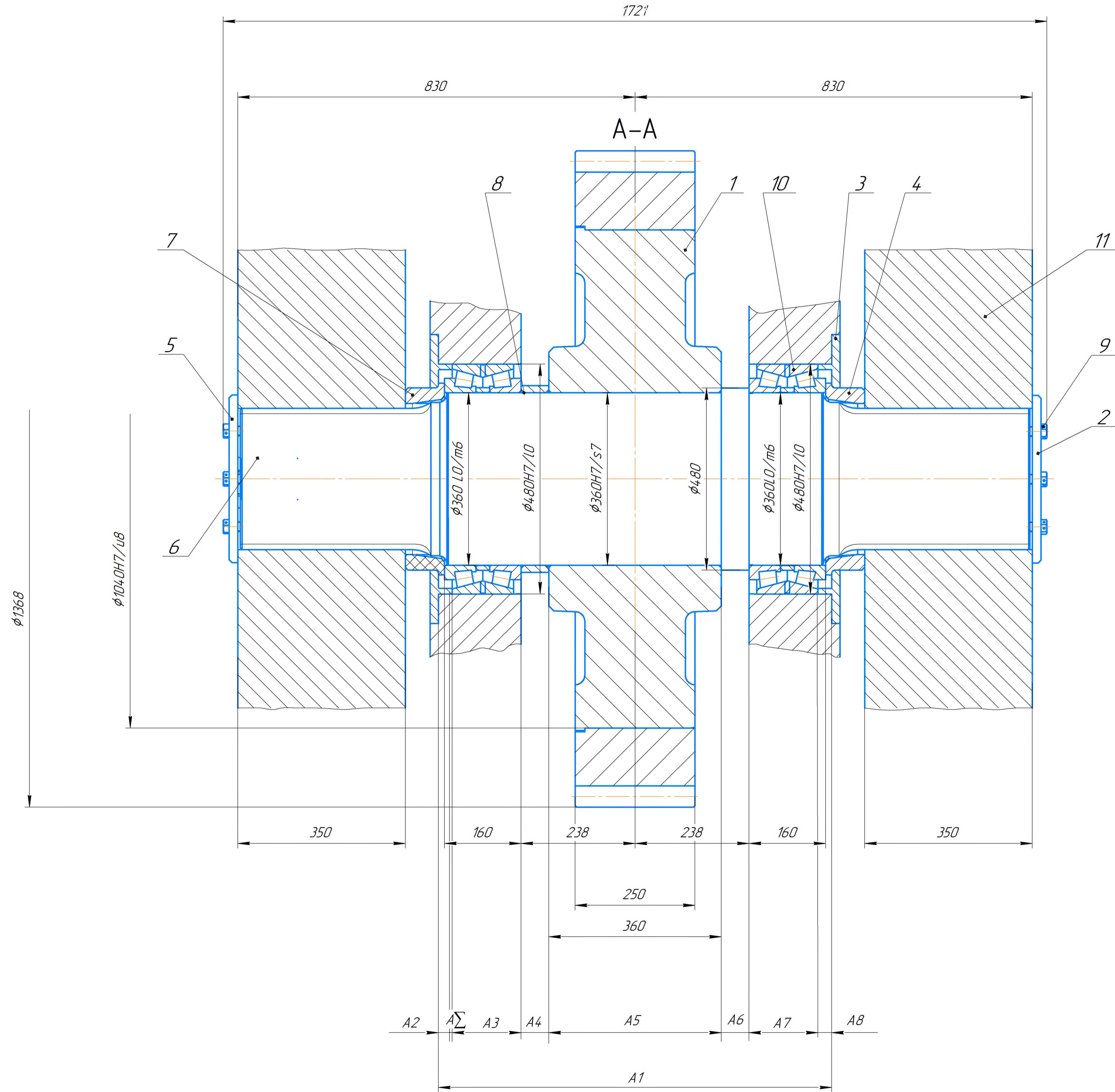
Модель верстату	№ інс.	V, мм/хв	n, хв	f, мм	S, мм/хв	Ta, хв	Tшт, хв
Горизонтальний шліцефрезерний верстат над 5В370	1	31,1	31,5	12,5	0,08	25,44	37,5
	2	31,1	31,5	12,5	0,08	25,44	37,5

040 Круглошліфувальна

√ Ra 1,6



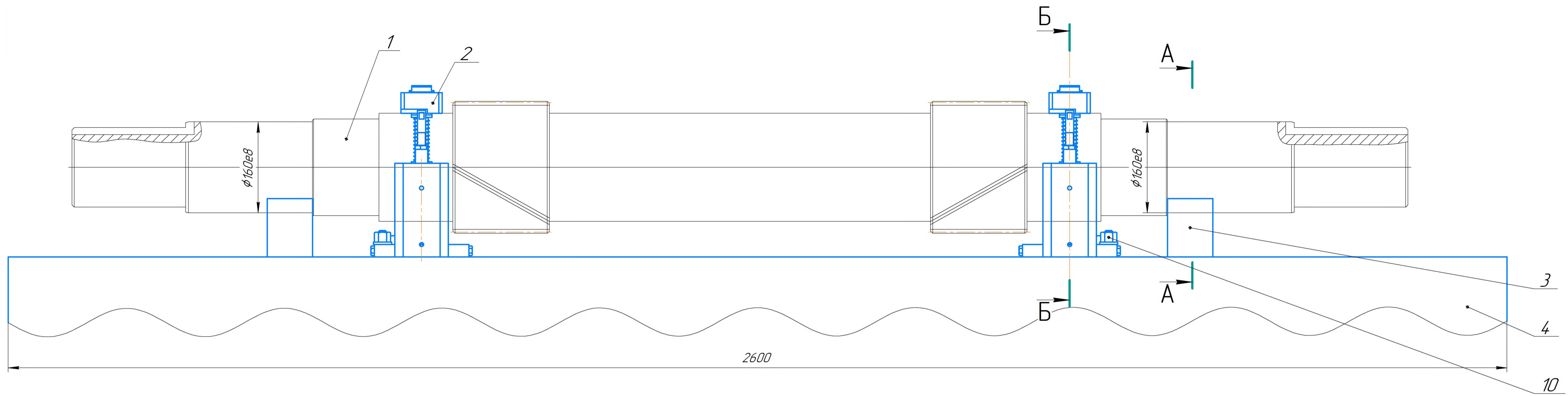
Модель верстату	№ інс.	V, мм/хв	n, хв	f, мм	S _к , мм/хв	S _в , мм/хв	Ta, хв	Tшт, хв
Круглошліфувальний 3Н174Е	1	68,6	60	15	0,007	3081	0,8	10,04
	2	68,6	60	0,525	0,0065	3081	0,8	10,04



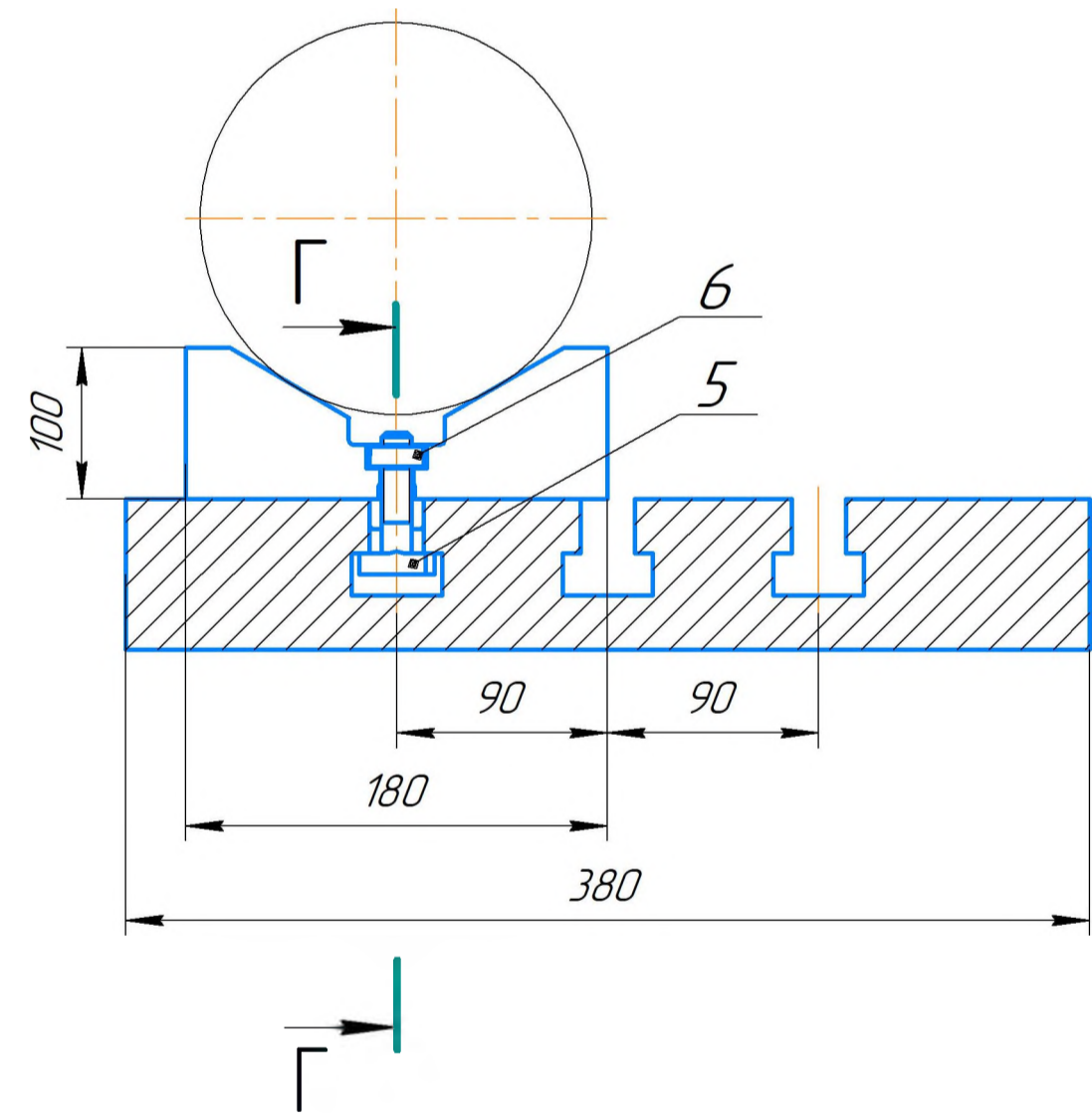
1. Перед складанням всі деталі протити в керасині, а підшипники в дінзні.
2. Посадочні місця та різьбові з'єднання змазати маслом.
3. Посадку зубчастого колеса на вал виконувати підігрівом.
4. Посадку підшипників виконувати з підігрівом до температури 100° С.

КНУКБР.13124.1-02В-IV				Лист	Масса	Масштаб
Вал - IV				Н	3586	15
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист	Листов
Разраб.	Бура				1	1
Проб.	Кіянвскій					
Т.контр.						
Н.контр.	Рязанцев					
Утв.	Нечаев					

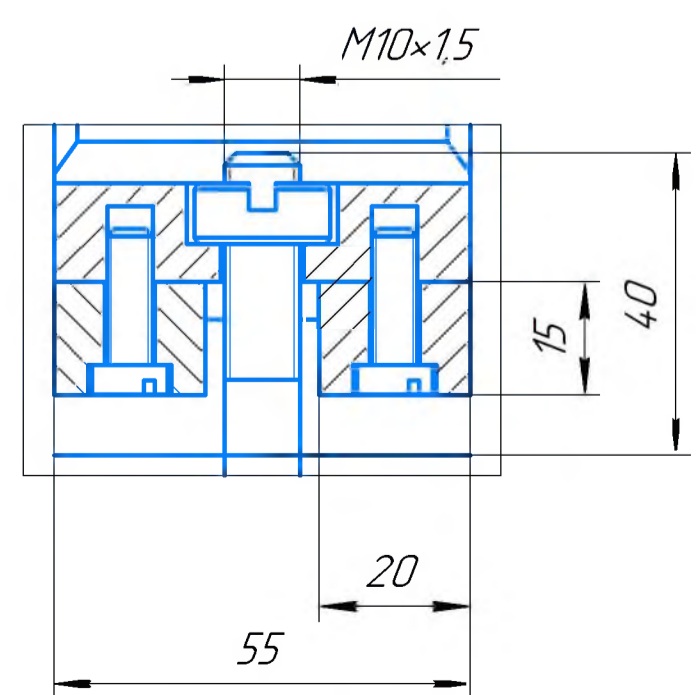
Лист № 15
 Стр. 15
 Дата
 Подп. и дата
 Инв. № подл.
 Взам. инв. №
 Подп. и дата
 Инв. № подл.



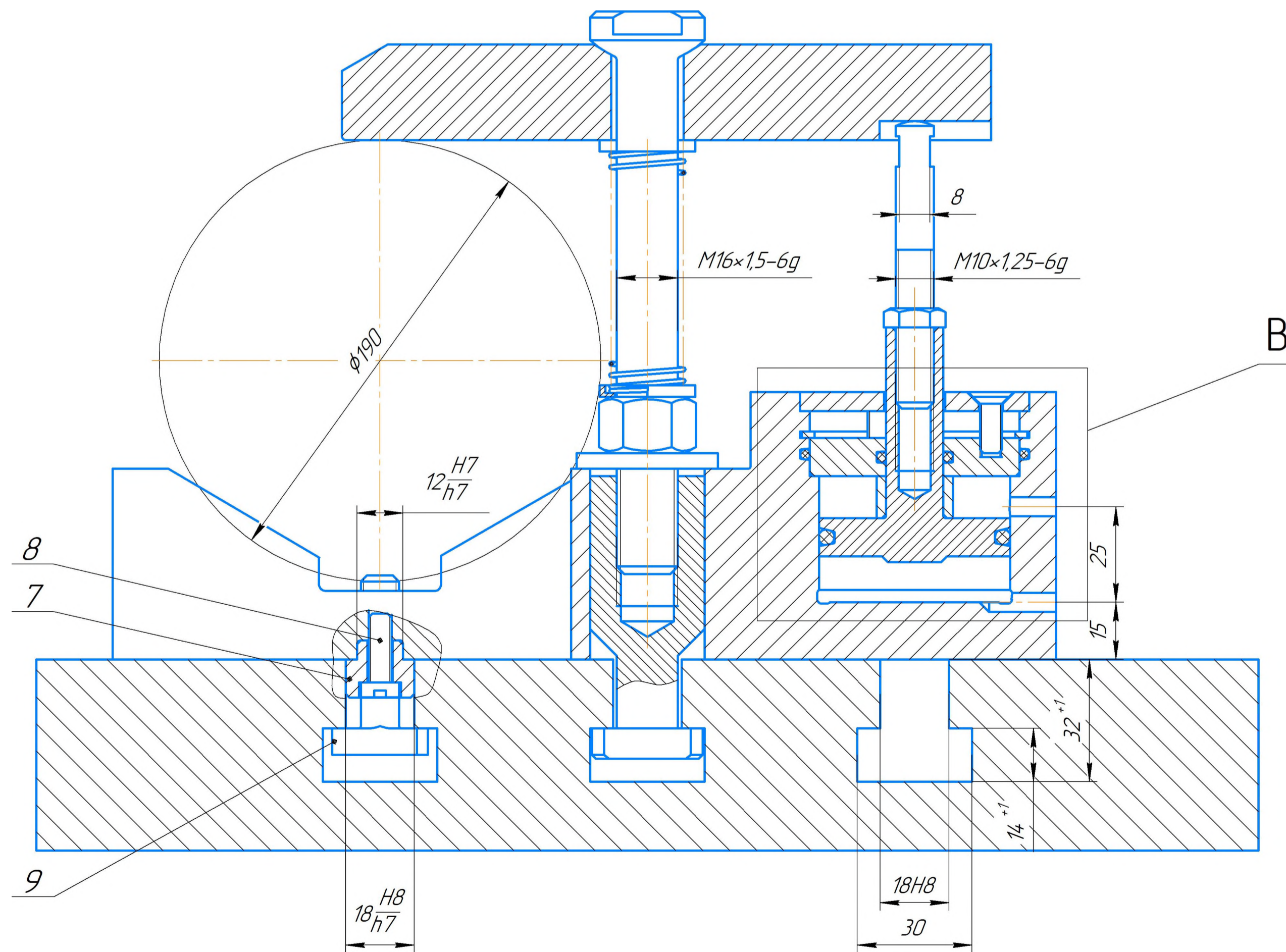
A-A(1:2,5)



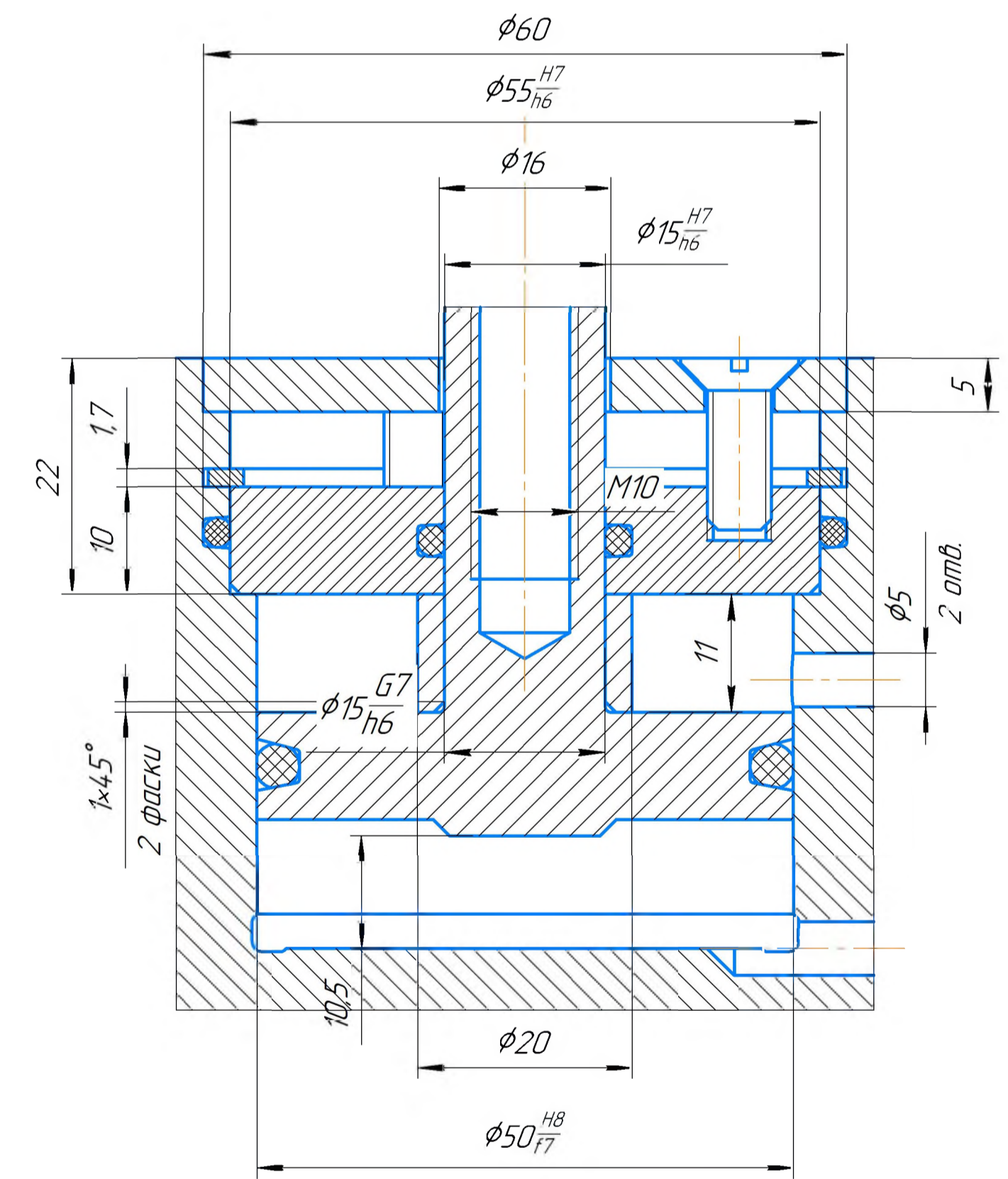
Г-Г(1:1)



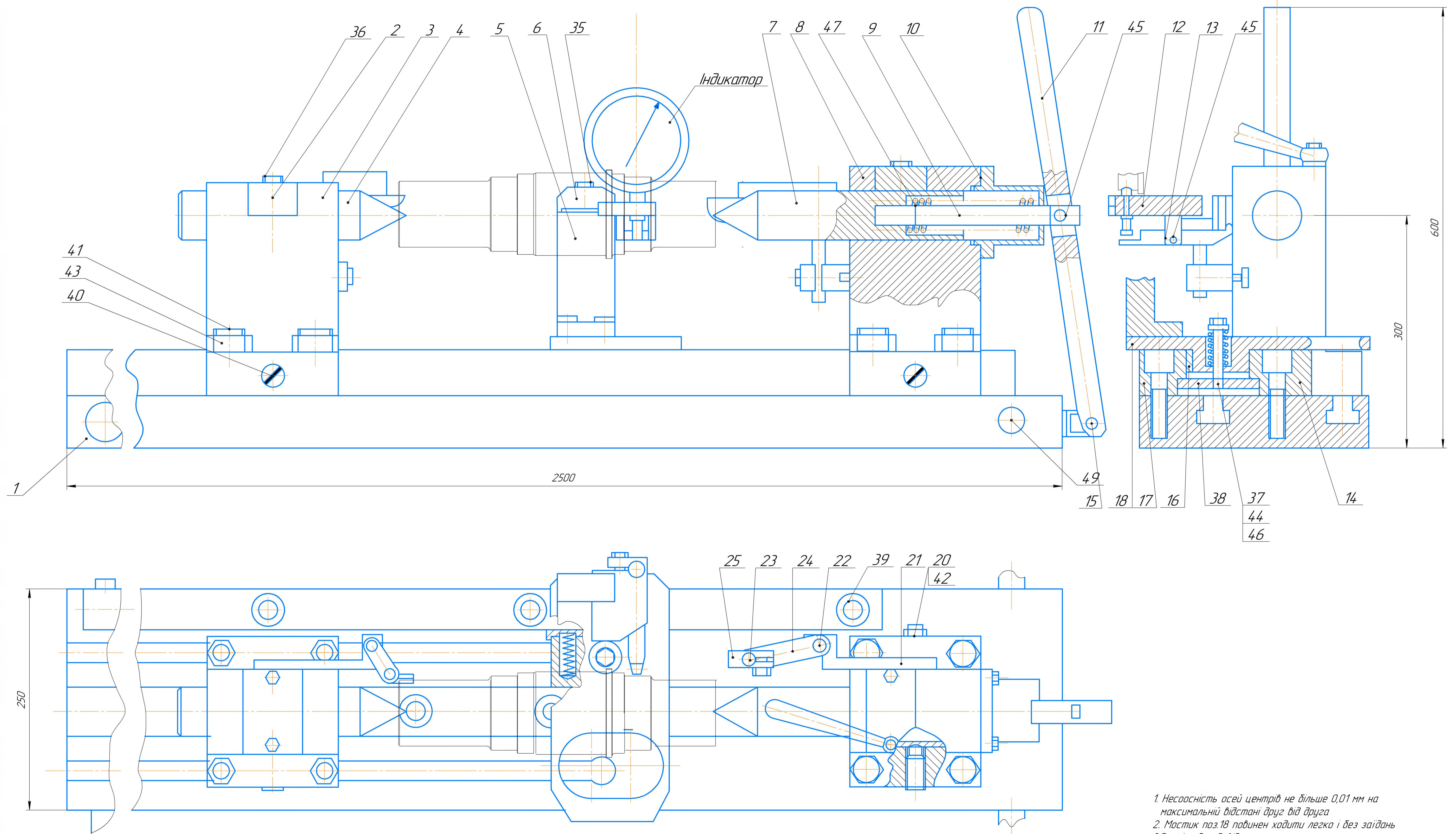
Б-Б (1:1)



B(2:1)



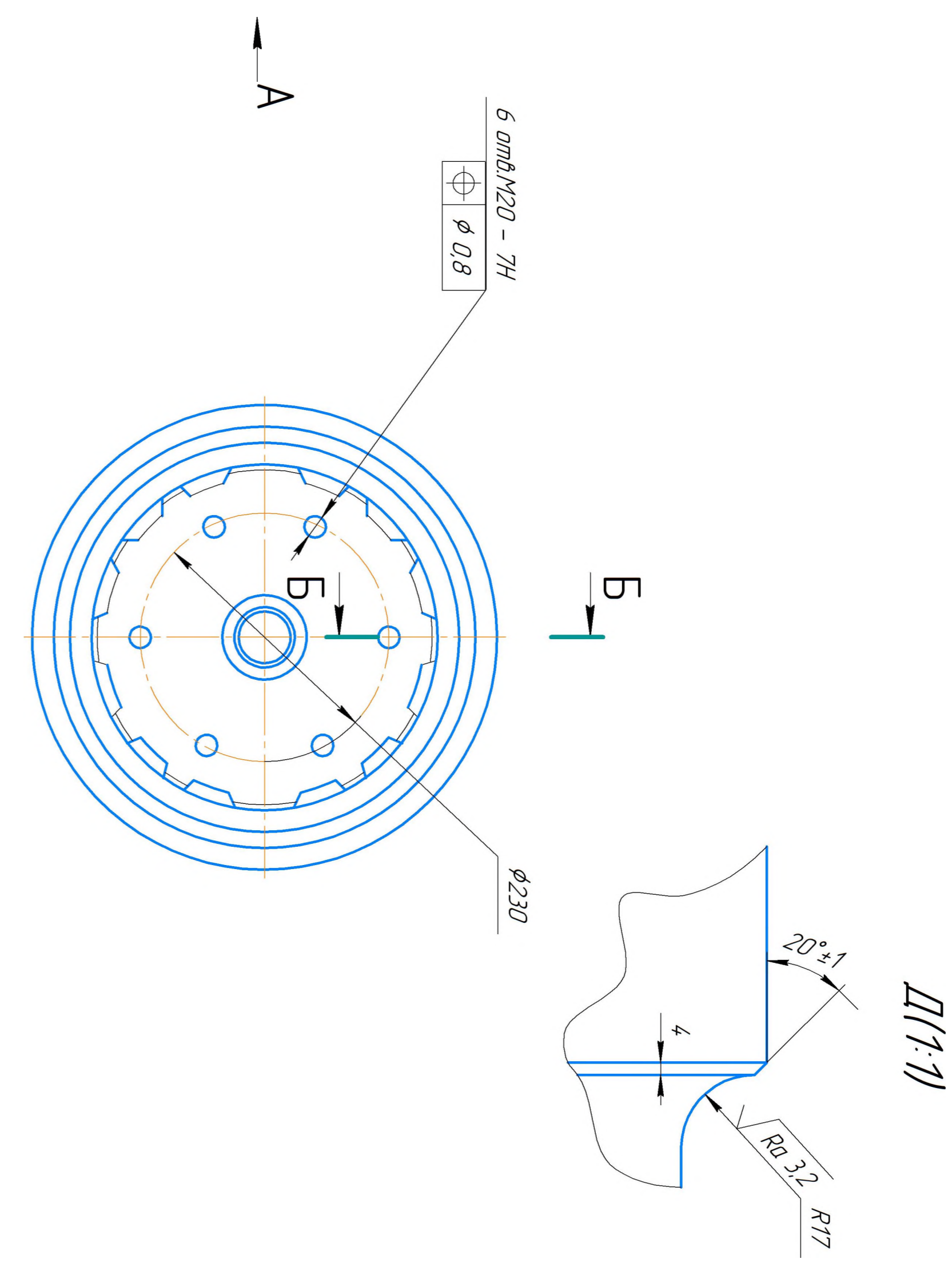
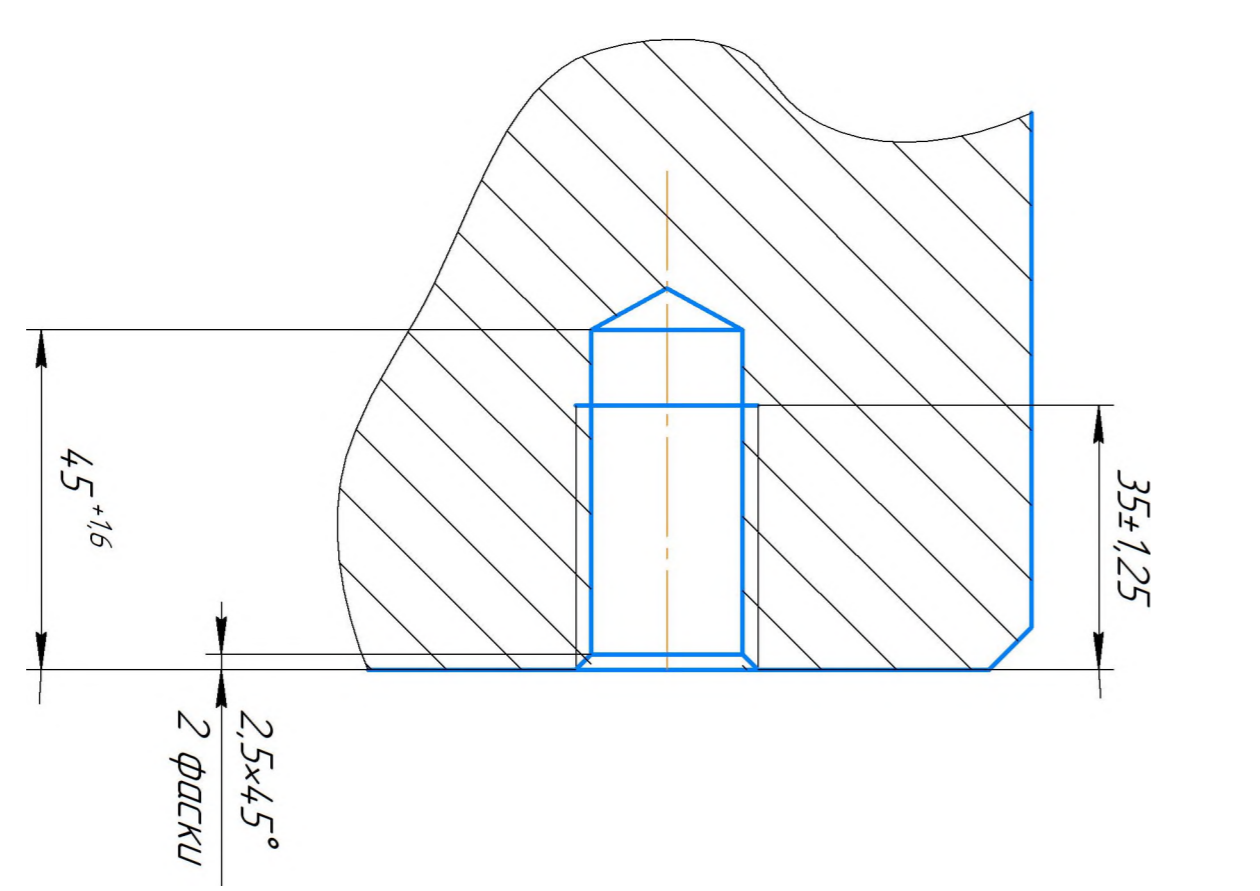
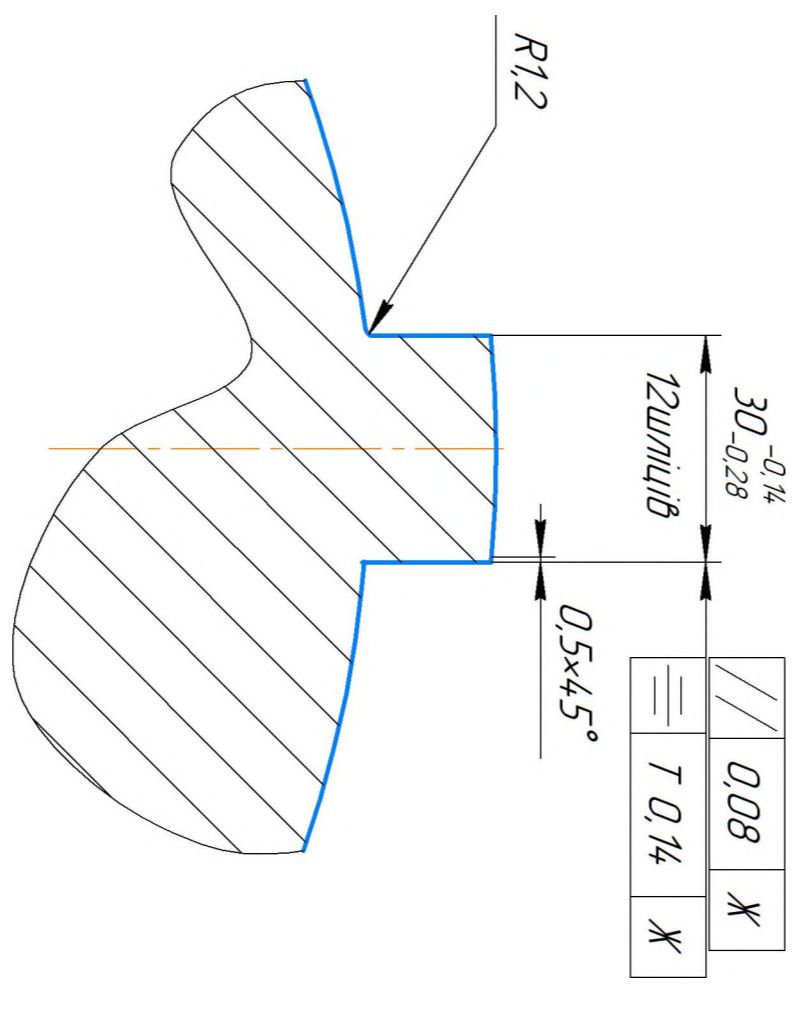
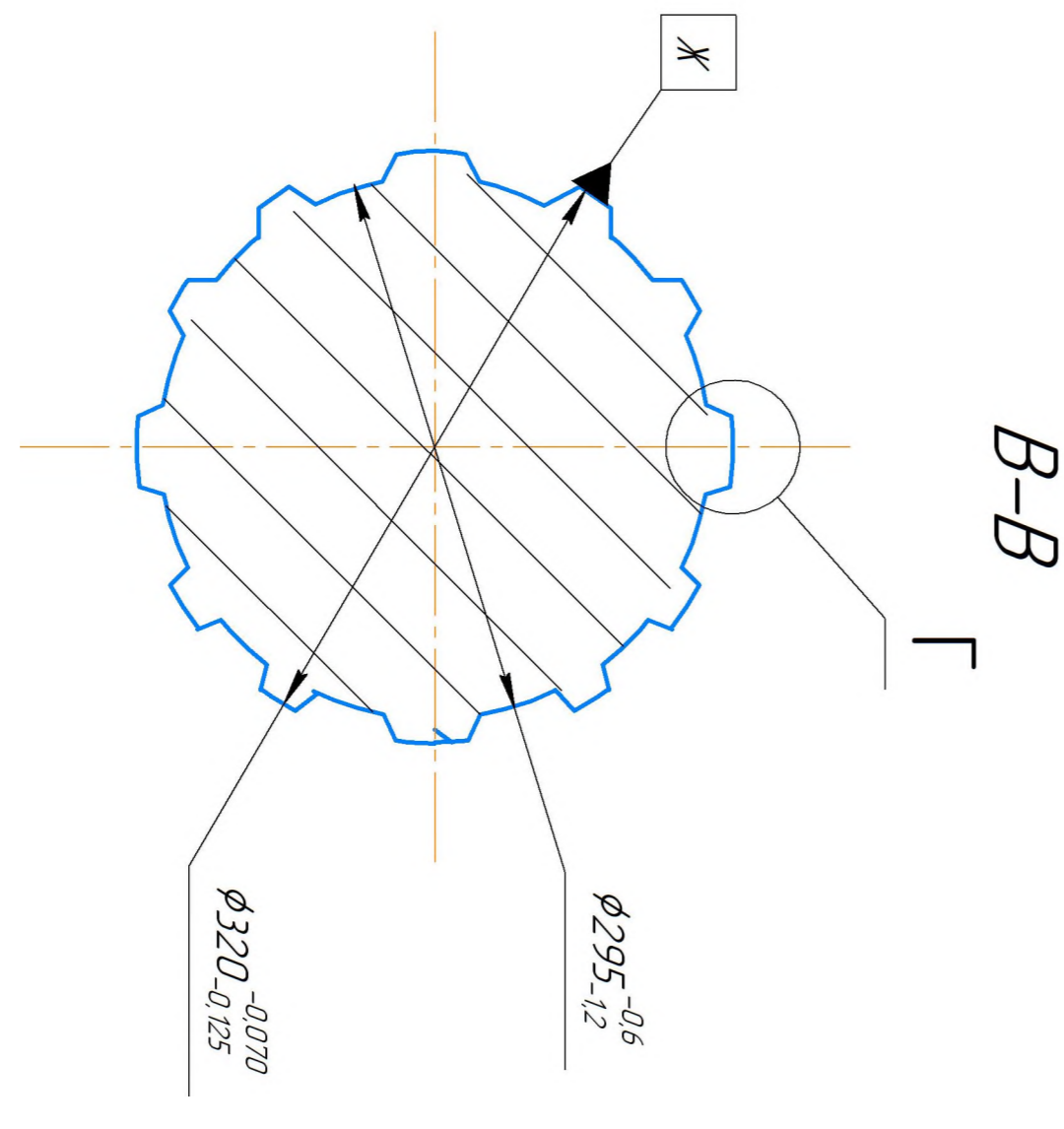
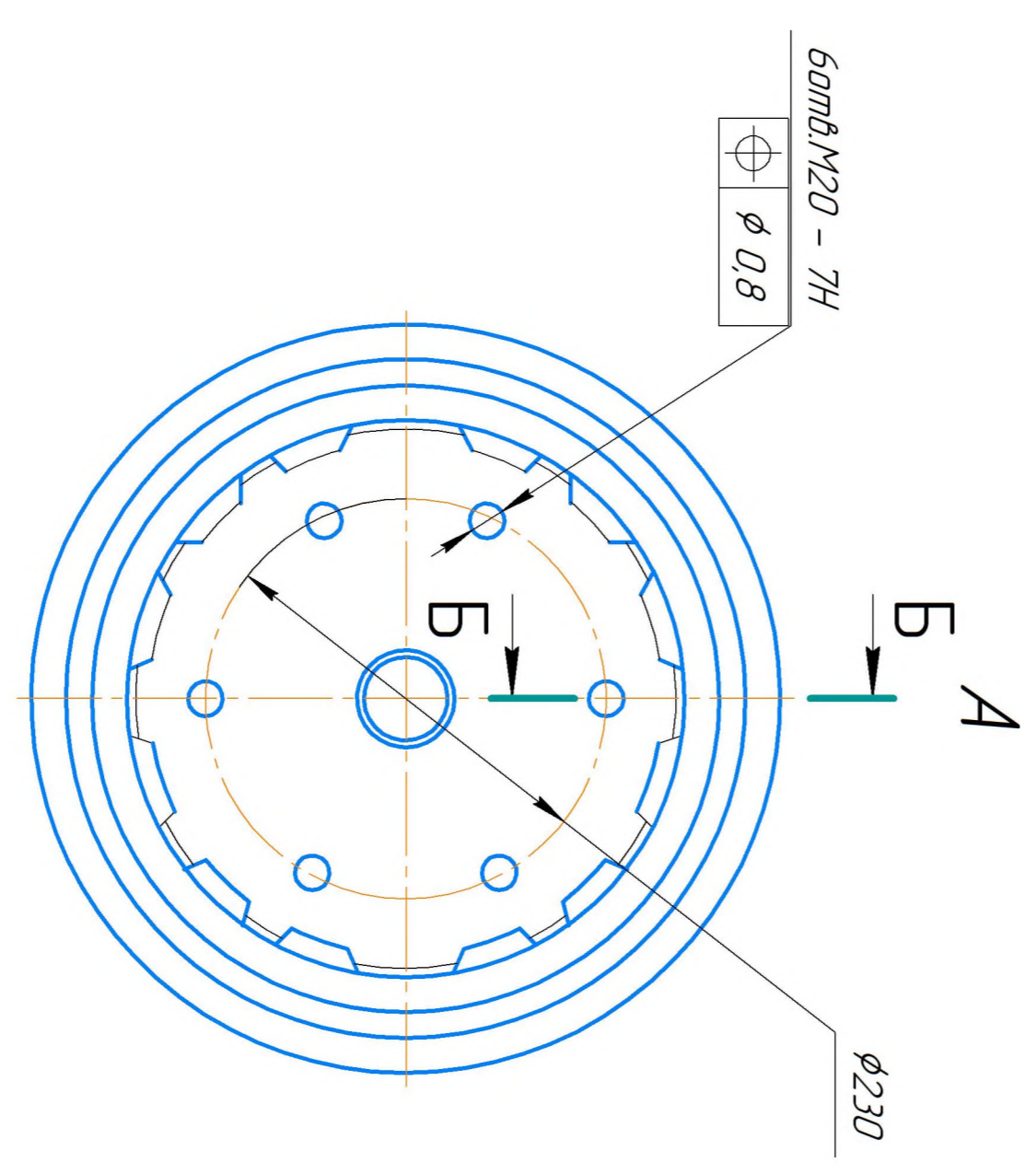
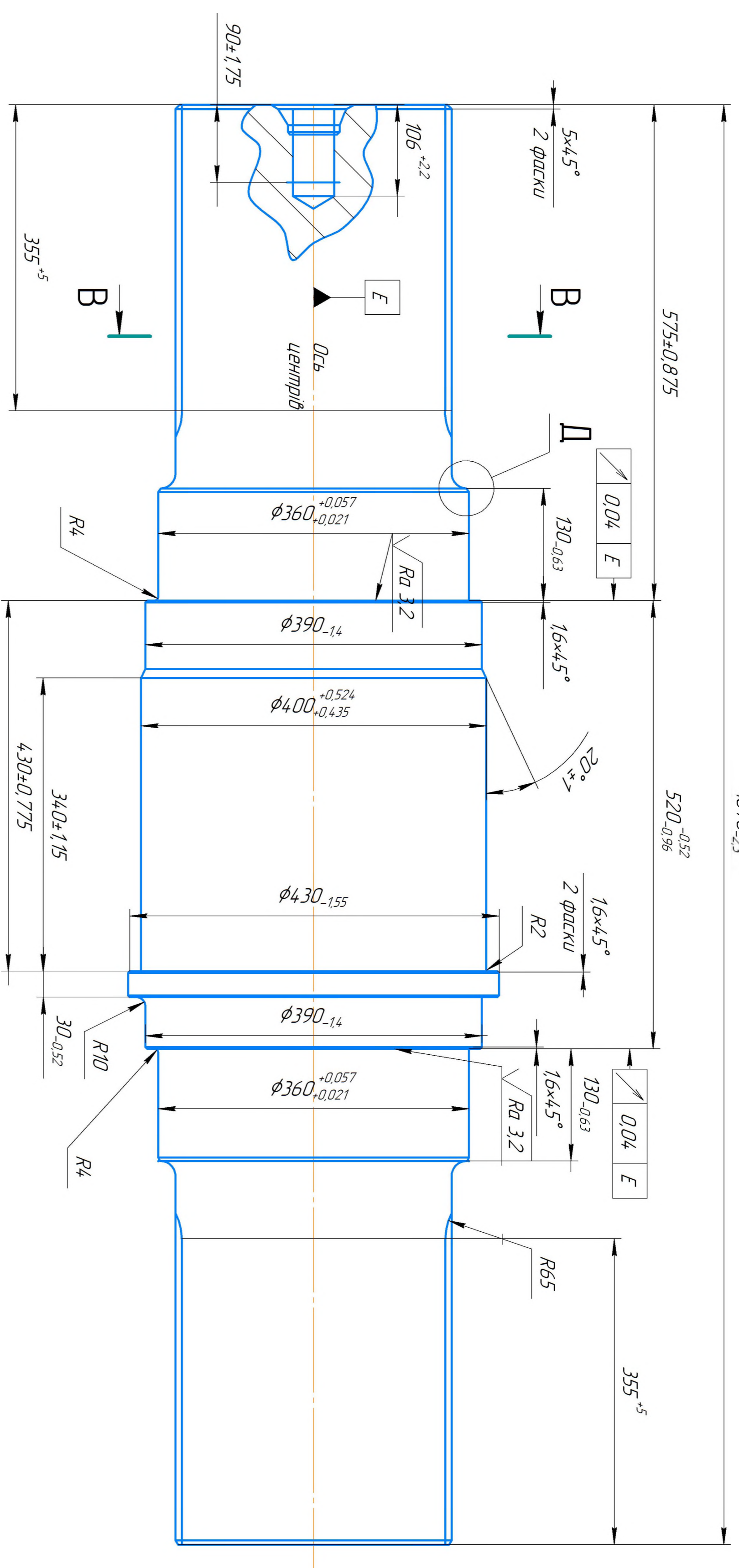
КНУКБР.13124.1-02.В0				Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Н	1:2
Разраб.	Бура				Лист	Листов 1
Проб.	Кіянвський				ПМ-21 ск	
Т.контр.					Формат А1	
Н.контр.	Рязанцев				Копировал	
Утв.	Нечаев				Формат А1	



- 1 Несовмісність осей центрів не більше 0,01 мм на максимальній відстані друг від друга
- 2 Мостик поз.18 повинен ходити легко і без заїдань
- 3.Розміри для довідок
- 4.Маркувати 04-264

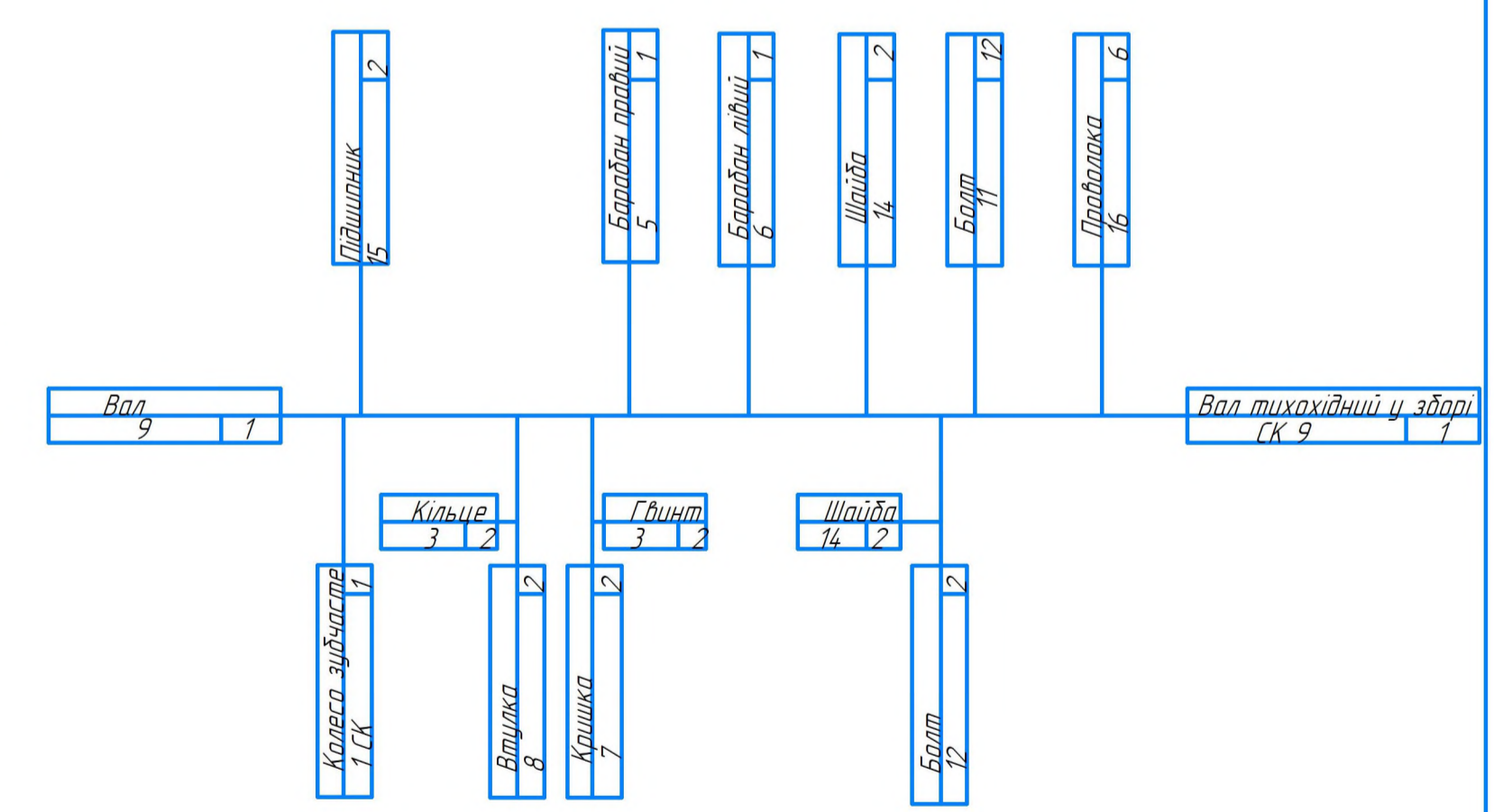
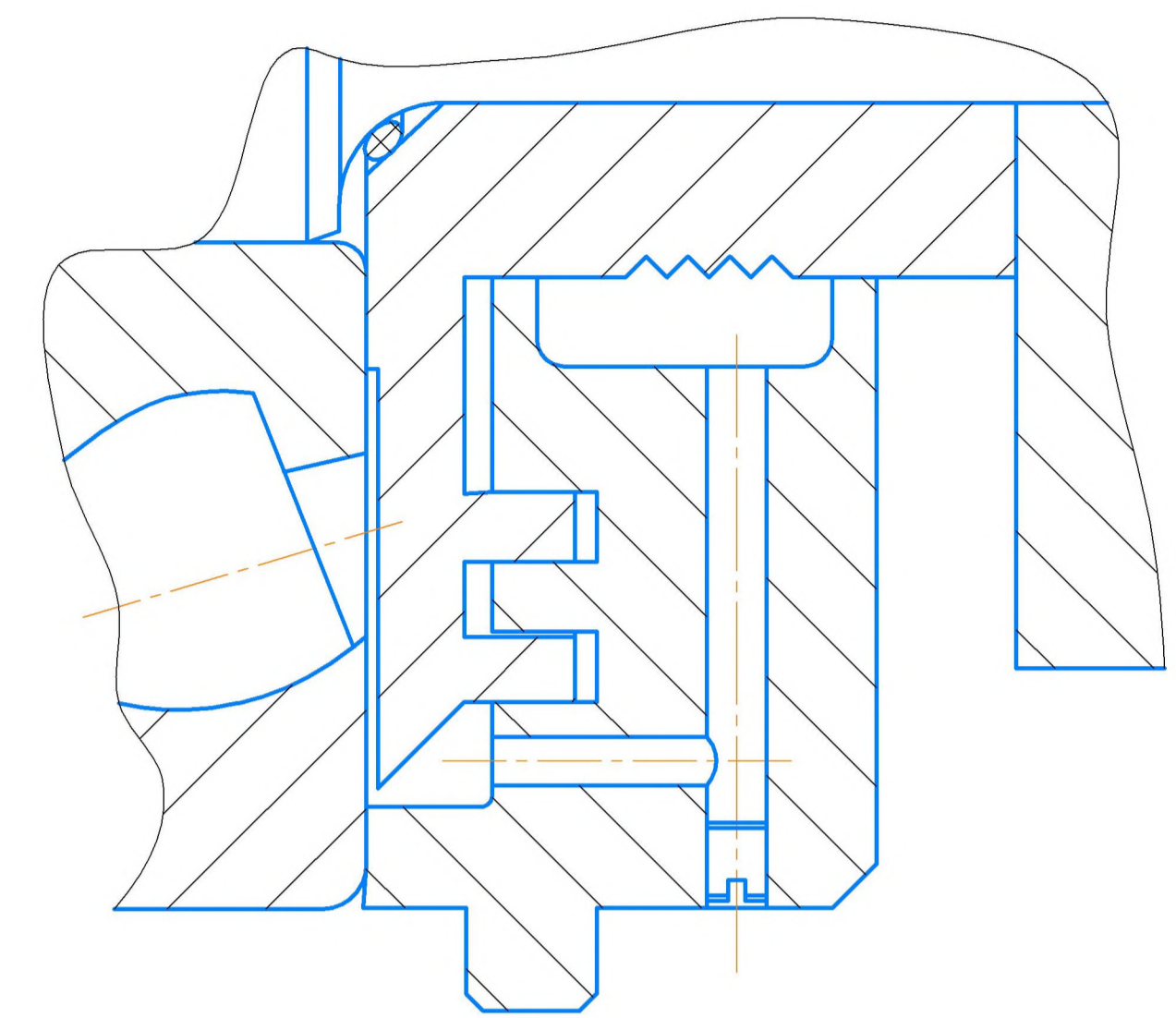
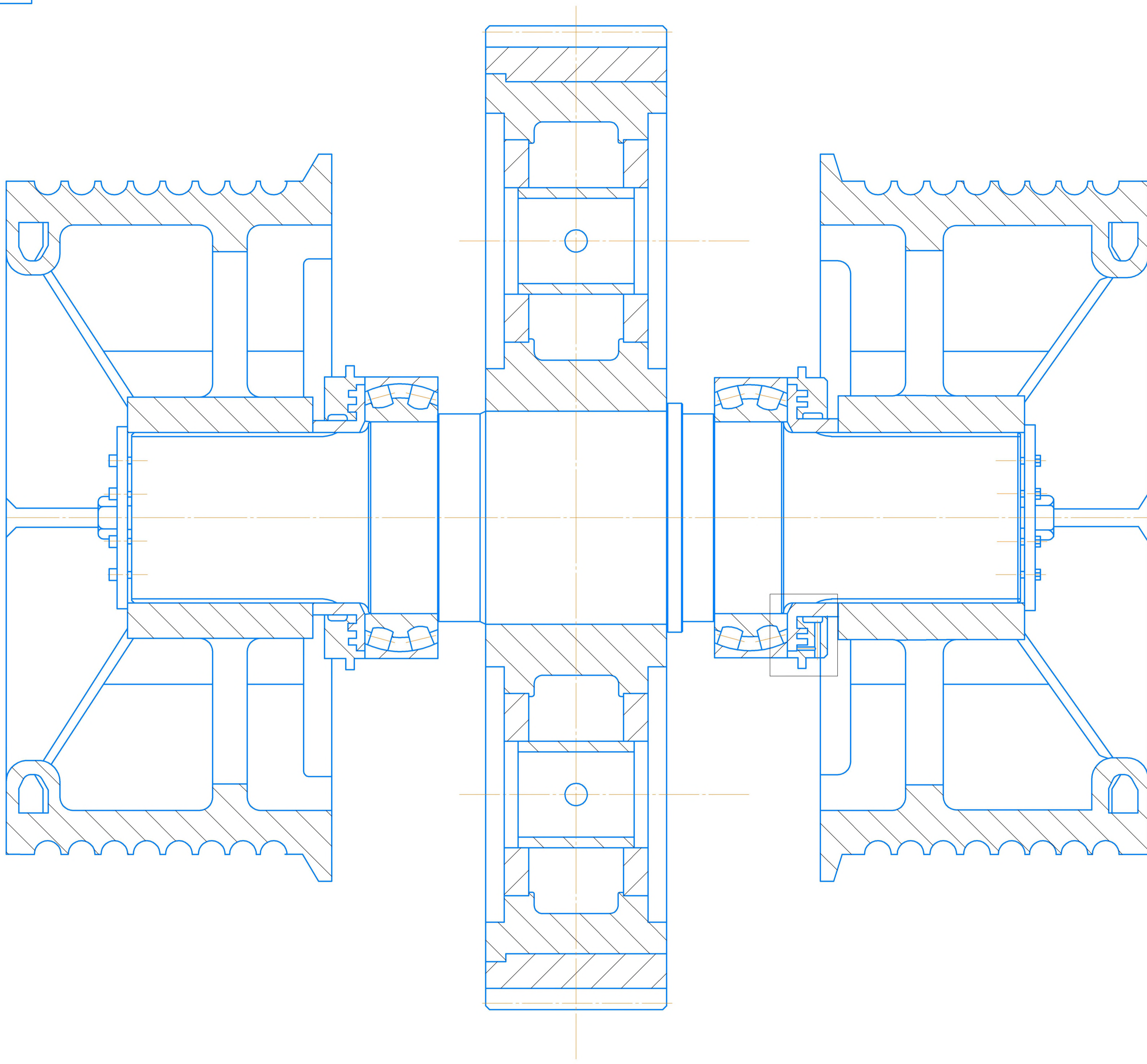
				КНУКБР.13124.1-02.ПК		
				Прийнято		
				для контролю		
				прямолінійності шліців		
Лист	№ док.	Підп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разр.	бура					1:1
Проб.	Кіянвський			Лист	Листов	1
Т.контр.				ПМ-21 ск		
Н.контр.	Рязанцев					
Утв.	Нечаев					

Лист 1 з 1
 Копіював
 Формат А1



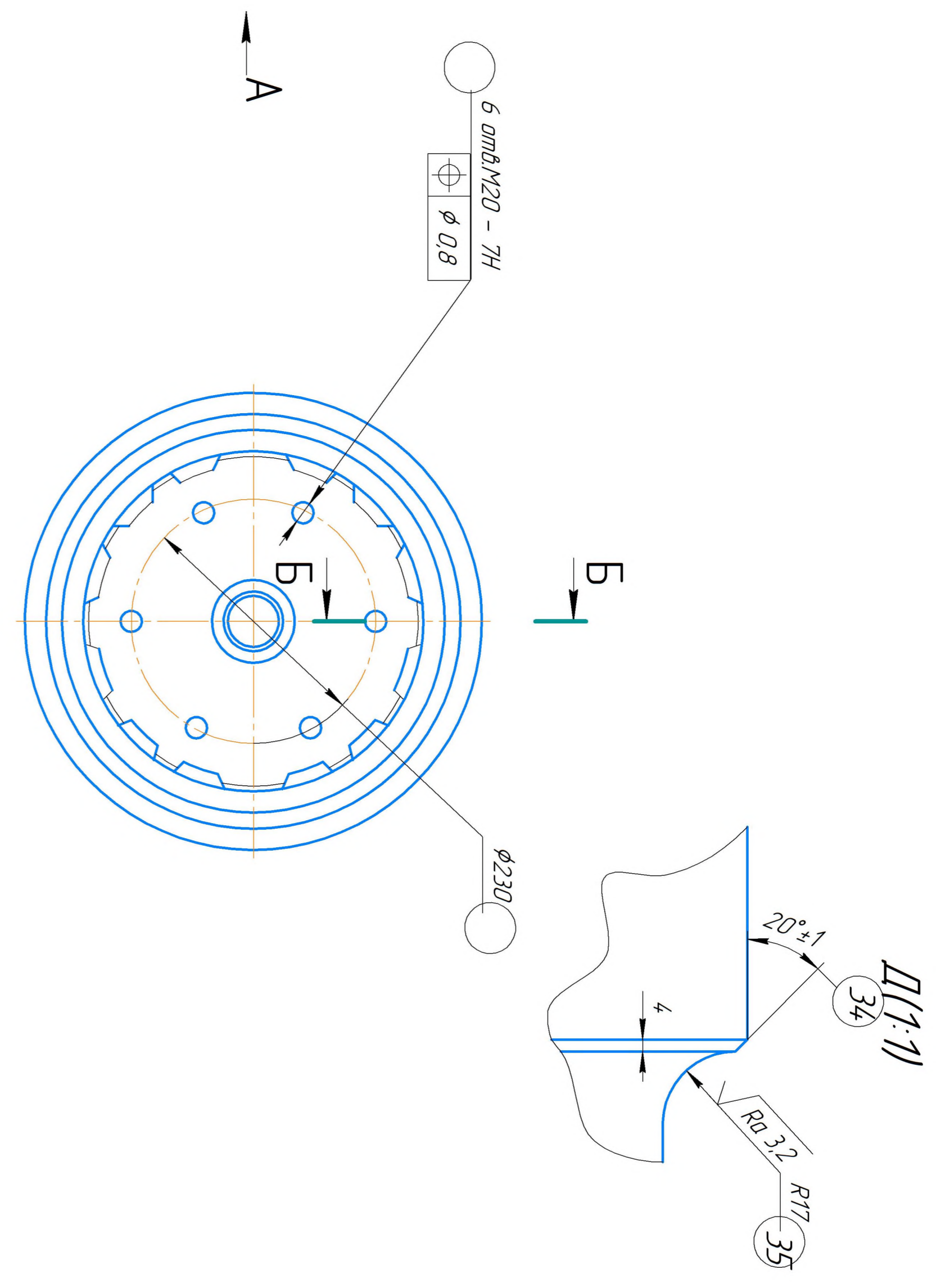
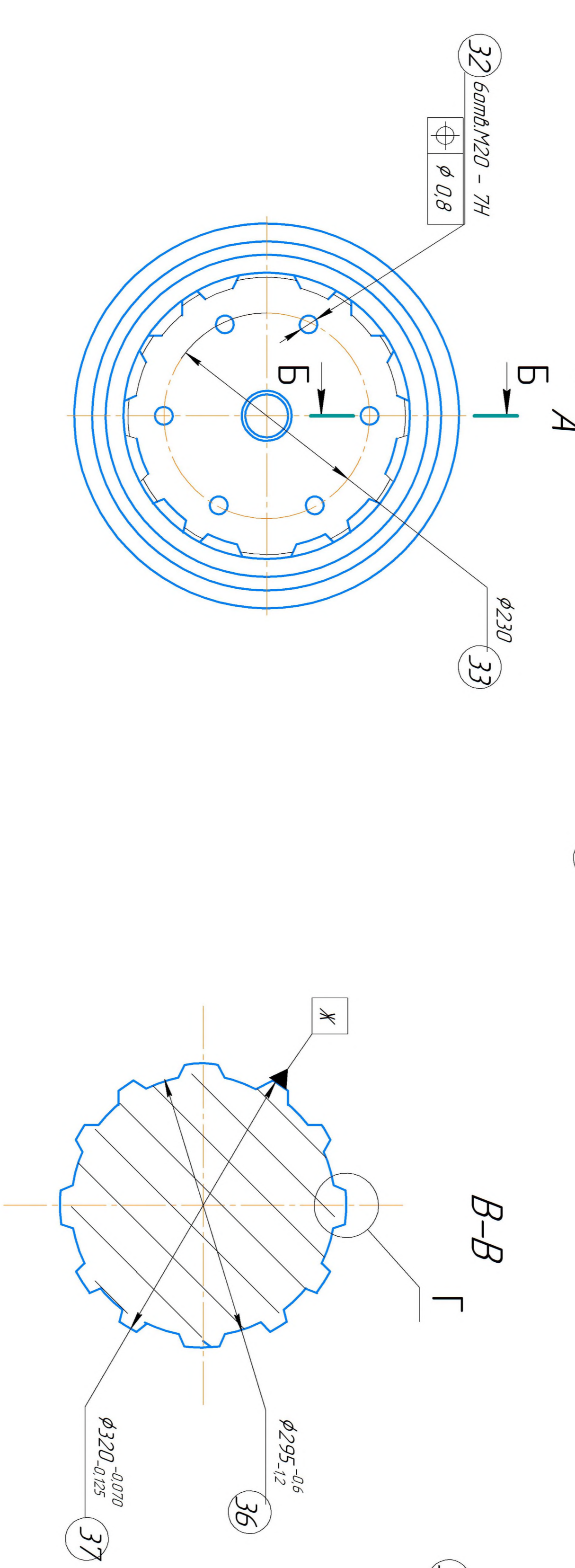
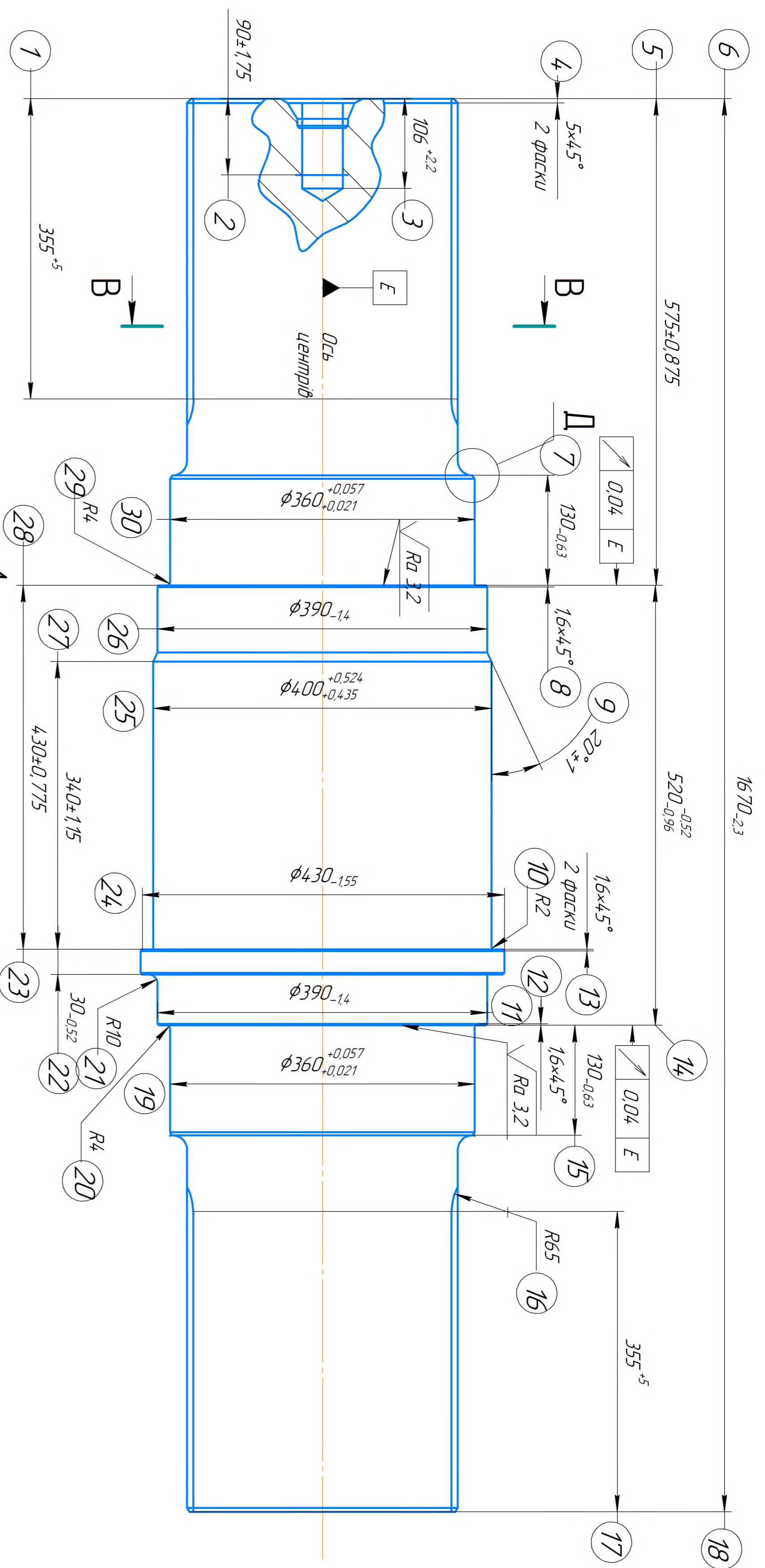
Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	----------	---------------

Имя	Лист	№ докум.	Подп.	Имя	Имя	Лист	№ докум.	Подп.	Имя
Разработ.	Введ.	Корректиров.	Исполн.	Провер.	Инженер	1	1236	1-1	КНУКБР.13124.1-02.В
КНУКБР.13124.1-02.В					Лист 35				
ВАН					ТМ-21Ск				



КНЧКБР.13124.1-02.ПТТ				Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		
Разраб.	Бура					1:1
Проб.	Кіянoвський					
Т.контр.					Лист	Листов 1
Н.контр.	Рязанцев					ПМ-21 ск
Утв.	Нечаев					

Имя, № табл. Подп. и дата. Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата. Справ. № Перв. примен.



Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Имя	КНИЖКА № 13124-1-02.ПТТ