

**Державний вищий навчальний заклад
«Сумський державний університет»**

Технічних систем та енергоефективних технологій

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної (роботи)

перший (бакалаврський)

(освітній рівень)

на тему: Проектування технологічного процесу

виготовлення шпинделю 19.19.003.01

Виконав: студент IV курсу, групи ТМ-91к
напряму підготовки (спеціальності)

131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Бардаков К.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник: Приходько О.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент: _____

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.О.Іванов

«__» _____ 2023 р.

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ

ШПИНДЕЛЮ 19.19.003.01

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрямок підготовки 131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

Студент

Бардаков К.О.

Керівник

Приходько О.М.

Нормоконтроль

Динник О.Д.

Державний вищий навчальний заклад

«Сумський державний університет»

Інститут, факультет Технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра Технології машинобудування, верстатів та інструментів
Освітній рівень перший (бакалаврський)
Напрямок підготовки 131 – Прикладна механіка (Технології машинобудування)
(шифр і назва)
Спеціальність _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів
та інструментів

_____ В.О.Іванов

«__» _____ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА**

Бардаков Костянтин Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проектування технологічного процесу виготовлення шпинделю 19.19.003.01

керівник проекту Приходько О.М.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «__» січня 2023 року № _____

Строк подання студентом проекту (роботи) «__» червня 20__ року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____
Креслення деталі «Шпиндель 19.19.003.01»

Річний обсяг випуску деталей – 6000 шт.

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

4.1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі

4.2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі

4.3 Визначення типу виробництва та форми його організації

4.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

4.5 Вибір способу отримання заготовки, розробка технічних вимог на заготовку

4.6 Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі

4.7 Проектування верстатного пристрою

4.8 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

5. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

6. Дата видачі завдання « _____ » _____ 20__ року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі</i>	<i>27.04.2023</i>	
2	<i>Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі</i>	<i>29.04.2023</i>	
3	<i>Визначення типу та форми організації виробництва</i>	<i>30.04.2023</i>	
4	<i>Аналіз технологічності конструкції деталі</i>	<i>02.05.2023</i>	
5	<i>Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї</i>	<i>04.05.2023</i>	
6	<i>Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі</i>	<i>19.05.2023</i>	
7	<i>Проектування верстатного пристрою для установаження і закріплення заготовки</i>	<i>25.05.2023</i>	
8	<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	<i>28.05.2023</i>	
9	<i>Оформлення креслень</i>	<i>29.05.2023</i>	
10	<i>Оформлення альбому технологічної документації</i>	<i>05.06.2023</i>	
11	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	<i>08.06.2023</i>	

Студент

_____ (підпис)

Бардаков К.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

_____ (підпис)

Приходько О.М.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Записка: 47 с., 17 табл., 14 рис., 56 формула, 22 літературні джерела

Об'єкт дослідження – Шпindel 19.19.003.01

Мета роботи – аналіз технологічного процесу виготовлення – шпindelю 19.19.003.01.

В даній роботі проаналізовані: службове призначення виробу, вузла та деталі, технологічні вимоги, що пред'являються до деталі, об'єктований тип виробництва та спосіб отримання заготовки.

В роботі під час аналізу існуючого технологічного процесу механічної обробки шестерні проаналізовані дві операції, а саме: токарно-револьверна та вертикально-фрезерна. При цьому об'єктуванні: вибір схеми базування і закріплення заготовки, обладнання та технологічного оснащення, розраховані режим різання і виконано нормування часу.

В графічній частині роботи представлено креслення деталі, заготовки, отриманої методом штампування, карта налагодження, верстатний пристрій з пневмоприводом та маршрутний технологічний процес виготовлення шпindelю 19.19.003.01.

ШПИНДЕЛЬ, ПОКОВКА, БАЗУВАННЯ, ВЕРСТАТ, ПРИСТРІЙ,
ШЛІФУВАЛЬНИЙ КРУГ, ФРЕЗА ШПОНКОВА, РЕЖИМ РІЗАННЯ, НОРМИ
ЧАСУ

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі.....	6
Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації	
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі	11
3 Визначення типу та форми організації виробництва	13
4 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	17
5 Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї	19
6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі.....	24
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку	26
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки	28
6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів	33
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів.....	35
6.5 Розрахунки режимів різання	35
6.6 Технічне нормування операцій.....	44
7 Проектування верстатного пристрою для установлення і закріплення заготовки	46
Висновки	55
Перелік джерел посилання	56
Додаток А Шпindel 19.19.003.01. Робоче креслення	
Додаток Б Розрахунок припусків на оброблення поверхні обертання	
Додаток В Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	
Додаток Г Специфікація на пристосування	

					<i>ТМ 21850011-00 ПЗ</i>				
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>					
<i>Розробив</i>	<i>Бардаков К.О.</i>				<i>Літ.</i>		<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>	
<i>Перевірів</i>	<i>Приходько О.М.</i>						4	47	
<i>Н. Контр.</i>	<i>Динник О.Д.</i>				<i>Проектування технологічного процесу виготовлення шпінделю 19.19.003.01</i>				
<i>Затверд.</i>	<i>Іванов В.О.</i>								

ВСТУП

Підвищення ефективності машинобудівного виробництва, перехід до ринкових принципів господарювання, посилення конкуренції передбачає розширення номенклатури виробів, зменшення їх числа в серії. В результаті цього зростає кількість підприємств, орієнтованих на серійний тип виробництва. Таким чином, в першу чергу необхідно намагатися скорочувати терміни розробки технологічних процесів та підвищувати якість проектних рішень за рахунок прагнення до інтенсифікації машинобудівного виробництва в рамках сучасної змінюваності продукції, що випускається.

Проектування технологічного процесу з урахуванням характеру виробництва і оперативна можливість коригування технологічного процесу в залежності від зміни виробничої ситуації багато в чому зумовлює ефективність роботи виробничої системи. В умовах зростання технічного переозброєння та модернізації виробництва, скорочень життєвого циклу нової техніки, що тягне за собою скорочення термінів її розробки та освоєння, підвищення конкурентоспроможності продукції, необхідне оновлення сучасного промислового потенціалу. Така стратегія передбачає залучення наукового потенціалу країни, її вчених до розробки інноваційних проектів.

В останні роки в машинобудівному комплексі України гранично низький рівень використання виробничих потужностей, використовується морально і фізично застарілі технології та обладнання. Існуючі методи розробки технологічних процесів не спрямовані на підвищення гнучкості сучасного виробництва і не дозволяють приймати рішення на основі даних про реальну виробничу ситуацію.

Таким чином, необхідно розробити технологію, яка була б максимальною мірою адаптована до виробництва і дозволяла б реалізувати всі можливості виробничої системи.

					ТМ 21850011-00 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА, ДЕТАЛІ. ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ ТА УМОВ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Верстати токарної групи – верстати, призначені для обробки зовнішніх і внутрішніх поверхонь тіл обертання (циліндричної, конічної і фасонних), обробки плоских торцевих поверхонь (підрізання торців), нарізування різьби і деяких інших робіт.

Токарний автомат моделі Turner GTM 700 (рис. 1.1) призначений для токарної обробки деталей з металу довжиною до 700 мм та максимальним діаметром до 450 мм. Компанія FDB Maschinen Turner – німецький бренд, що спеціалізується на складальному виробництві дерево- та металообробних верстатів, яка заснована ще у 1896 році, але вийшла на глобальний ринок в кінці минулого століття. Філософія компанії полягає в тому, що вона не підтримує замкнутий цикл виробництва, а займається виготовленням готової продукції із вузлів та агрегатів інших компаній, при цьому висуваючи високу вимоги при входному контролю якості, що робить готові вироби досить якісними та конкурентоспроможними на ринку.



Рисунок 1.1 – Токарний автомат моделі Turner GTM 700

Деталь «Шпindel 19.19.003.01» є тілом обертання типу «вал» з наскрізним отвором. Як правило, служить як обертовий вал металорізального

					ТМ 21850011-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Аналіз робочого креслення деталі «Шпindel» за [1] показав, що креслення деталі має достатню кількість видів та перерізів, що дають повне уявлення про конструктивні особливості деталі. Їх розташування відповідає вимогам ГОСТ 2.305-2008 «Зображення – види, розміри, перерізи».

Розміри, граничні відхилення, шорсткість та допуски форми та розташування всіх поверхонь проставлені згідно вимог ГОСТ 2.307-2011 «Нанесення розмірів і граничних відхилень», ГОСТ 2.309-73 «Позначення шорсткості поверхонь», ГОСТ 2.308-2011 «Позначення допусків форми та розташування поверхонь», що дає змогу виготовити задану деталь потрібної точності відповідно до її службового призначення.

Надані технічні вимоги на виготовлення деталі, їх нанесення відповідає ГОСТ 2.316-2008 «Правила нанесення написів, технічних вимог і таблиць на графічних документа». Дотриманий порядок заповнення основного напису згідно вимог ГОСТ 2.104-2006 «Основні написи» [6].

Креслення виконане за допомогою графічного редактора і відповідає вимогам ГОСТ 2.052-2006 «Електронна модель виробу. Основні вимоги». Отже, креслення виконане згідно вимог ЄСКД за ГОСТ 2.109-73 «Основні вимоги до креслень».

Деталь «Шпindel» відноситься до класу «тіла обертання». На вал передається крутний момент від електродвигуна через муфту і черв'ячну передачу.

Габаритні розміри деталі: максимальний діаметр 95 мм, розмір уздовж осі 270 мм.

Деталь має складну зовнішню та внутрішню поверхні з діаметральними перепадами, але зі збереженням їх загальної концентричності. Значна частина зовнішньої поверхні деталі вимагає шліфування – це поверхні $\varnothing 80js6$, $\varnothing 85h6$ та бічні сторони виступу $\varnothing 95$. Між кожною з цих поверхонь є канавки для зручного підведення та виведення шліфувального круга. На передньому торці є

					ТМ 21850011-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

паз шириною 12 мм та глибиною 20 мм. Також на зовнішній шліфованій поверхні $\varnothing 85h6$ є шпонковий паз довжиною 45 мм і глибиною 7 мм.

Більшу частину внутрішньої поверхні шпинделя становить наскрізний отвір з вільним діаметром $\varnothing 45$. Решту її частини становлять різьби M42x1,5 і M64x2 шостого класу точності, шліфована поверхня $\varnothing 57H7$, а також дві канавки з вільними діаметрами $\varnothing 65$ та $\varnothing 58$ відповідно.

Частина канавок та виступів, а також торці мають фаски 1,6x45, 1,6x60 та 2x45 градусів відповідно.

Шпиндель виконаний із конструкційної сталі 45 ГОСТ 1050-74. Механічна обробка даного матеріалу не викликає особливих труднощів.

Хімічний склад та механічні властивості сталі 45 ГОСТ 1050-74 наведені в таблицях 1.1 – 1.2 ([6], табл. 1.2.5, с.54; табл.1.2.6, с.54).

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі 45 ГОСТ 1050-74

C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr
			не более			
0,40...0,50	0,17...0,37	0,50...0,80	0,045	0,045	0,30	0,30

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі 45 ГОСТ 1050-74

σ_T кг/мм ²	σ_{BR} кг/мм ²	δ_5 , %	Ψ , %	α_H , кг/см ²	HB (не более)	
					горячекатаной	отожженной
не менее						
36	61 (570 МПа)	16	40	5	241	197

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ОРГАНІЗАЦІЙНИХ УМОВ РОБОТИ

Розрахунки типу виробництва проводимо за [8], с.43 – 46. Коефіцієнт закріплення операцій визначаємо за формулою:

$$K_{zo} = \frac{\sum_{i=1}^n O_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad (3.1)$$

де ΣO – сумарна кількість операцій;

ΣP – сумарна кількість робочих місць.

Для зручності розрахунків складаємо таблицю 3.1

Таблиця 3.1 – Обґрунтування типу виробництва

№ операції	Операція	$T_{ш-к}$	m_p	P	$n_{зф}$	O
005	Токарно-револьверна	7,01	0,07	1	0,07	11
010	Токарно-револьверна	8,16	0,09	1	0,09	10
015	Вертикально-фрезерна	7,91	0,08	1	0,08	10
020	Горизонтально-фрезерна	6,9	0,07	1	0,07	11
025	Токарно-гвинторізна	2,81	0,03	1	0,03	27
030	Круглошліфувальна	7,62	0,08	1	0,08	10
035	Круглошліфувальна	6,74	0,07	1	0,07	12
	Разом	47,15	-	7	-	91

Маючи штучний час по кожній операції визначаємо кількість верстатів за формулою:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot n_3}, \text{ шт} \quad (3.2)$$

де N – річна програма випуску, шт; $N = 2000$ шт.;

$T_{шт}$ – норма штучного часу, хв.;

F_d – дієний річний фонд часу роботи обладнання, год; при 2-х змінному режимі роботи підприємства $F_d = 3900$ год.

					<i>TM 21850011-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

n_3 – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання;

$$m_{p\ 005} = \frac{2000 \cdot 7,01}{60 \cdot 3900 \cdot 0,80} = 0,07 \text{ шт}$$

Приймаємо $P = 1$ верстати. Визначаємо фактичний коефіцієнт завантаження обладнання:

$$n_{зф} = \frac{m_p}{P}, \quad (3.3)$$

$$n_{зф} = \frac{0,07}{1} = 0,07$$

Кількість операцій, які виконуються на робочому місці визначаємо по формулі:

$$O = \frac{n_3}{n_{зф}}, \quad (3.4)$$

$$O = \frac{0,80}{0,07} = 10,68 \approx 11 \text{ шт}$$

Аналогічні розрахунки виконуємо для решти операцій, результати заносимо до таблиці 2.1

$$\sum O_i = 11 + 10 + 10 + 11 + 27 + 10 + 12 = 91$$

$$\sum P_i = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 7$$

$$K_{зо} = \frac{91}{7} = 13$$

Так як $10 < K_{зо} = 13 < 20$, то тип виробництва середньо-серійний.

Середньо-серійний тип виробництва характеризується виготовленням деталей достатньо великими серіями, але обмеженої номенклатури, які складаються з однакових за розмірами, однойменних, однотипних за конструкцією виробів, порівняно невеликими обсягами.

					ТМ 21850011-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Партії повторюються з відомою регулярністю за періодом запуску і кількістю їх у партії. Партія повністю оброблюється як при виготовленні окремих деталей, так і при збиранні. Річна номенклатура ширша за номенклатуру випуску в кожному місяці. За робочими місцями закріплено більш вузьку номенклатуру операцій, $K_{з.о} = 10 - 20$ операцій.

В середньо-серійний типі виробництва застосовуються різні види верстатів: універсальні, з ЧПК спеціалізовані, спеціальні, автоматизовані, агрегатні. Верстатний парк повинен бути спеціалізований в такій мірі, щоб був можливий перехід від виробництва однієї серії машин до виробництва інших, що трохи відрізняються від першої в конструктивному відношенні.

Пристосування можуть бути як універсально-налагоджувальними (УНП) і універсально-збірними (УСП), так і спеціальними. Це дозволяє знизити трудомісткість і здешевити виробництво. Різальний і вимірювальний інструмент також використовується різноманітний: стандартний і спеціальний, калібри і шаблони, що забезпечують взаємозамінність оброблених деталей.

Оснащення та устаткування в серійному виробництві можна застосовувати досить широко, тому що при повторюваності процесів виготовлення тих самих деталей зазначені засоби виробництва дають техніко-економічний ефект, що з великою вигодою окупає виграти на них.

Вид руху предметів праці – паралельно-послідовний. Форма організації виробничого процесу – предметна, групова, гнучка предметна.

Серійне виробництво є економніше, ніж одиничне, так як ефективне використання устаткування, спеціалізація робітників, збільшення продуктивності праці забезпечують зменшення собівартості продукції.

Середня кваліфікація робітників вища, ніж у масовому виробництві, але нижче ніж в одиничному. Поряд з робітниками високої кваліфікації, які працюють на складних універсальних верстатах, а також наладчиками використовуються робітники-оператори, що працюють на настроєних верстатах.

Визначаємо кількість деталей в партії за формулою:

					<i>ТМ 21850011-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

$$n = \frac{N \cdot a}{253}, \text{ шт} \quad (3.5)$$

де a – періодичність запуску в днях, $a = 6$ днів;

$$n = \frac{2000 \cdot 6}{253} = 47 \text{ шт}$$

					<i>ТМ 21850011-00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		13

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Одним із факторів, що впливають на характер технологічного процесу, є аналіз технологічності конструкції деталі. Він виконується за двома показниками: якісними та кількісними ([4], с.38).

Якісний аналіз на технологічність. Деталь «Шпindel» – тіло обертання з наскрізним отвором. Аналізуючи технологічність конструкції за матеріалам, який застосовується, необхідно відзначити, що вибраний матеріал забезпечить надійну роботу деталі у вузлі, так як під час роботи на деталь діють як вібрації, так і динамічні навантаження, які руйнують структуру матеріалу.

Деталь «Шпindel» виготовляється з матеріалу Сталь 45. Це одна з найбільш затребуваних і популярних марок конструкційних вуглецевих сталей, відповідає вимогам ГОСТ 1050-2013 і ДСТУ 7809. Сталь марки 45 застосовується при виготовленні гарячекатаного і холоднокатаного плоского і сортового прокату і кованок, які згодом використовуються при створенні металоконструкцій і виробів машинобудівного призначення різних форм і розмірів. Конструкційна сталь 45 широко застосовується у виробництві шпindelів і кулачків, шестерень, кріпильних виробів, і валів різного призначення. З такої сталі виготовляються відповідальні вироби (консолі, осі, штоки, балки, плунжери та ін.), від яких вимагається підвищена міцність після термічної обробки.

Конструктивні особливості деталі дозволяють як вихідну заготовку використовувати пруток, а також можна отримати вихідну заготовку методом гарячого об'ємного штампування, у цьому випадку зменшується відхід металу.

Більшість оброблюваних поверхонь з точки зору точності та чистоти не представляють технологічних труднощів і дозволяють вести обробку на прохід. Шорсткість поверхонь деталі відповідає квалітетам точності розмірів цих поверхонь та не вимагає застосування дорогих, важких та трудомістких фінішних операцій.

					ТМ 21850011-00 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Допуски призначені тільки на поверхні сполучення. Постановка розмірів забезпечує зручність вимірювань. Конструкція шпинделю забезпечує можливість обробки всіх необхідних елементів деталі, а також застосування простих контрольно-вимірювальних інструментів та пристосувань.

Деталь є достатньо жорсткою. Шпиндель має гарні базові поверхні: отвір, торці та зовнішню циліндричну поверхню. Передбачаються зручні та надійні технологічні бази (наприклад, 3-х кулачковий патрон токарно-револьверного верстата). При обробці заготовки на токарно-револьверному верстаті за один установ обробляється кілька поверхонь, тобто дотримується принцип сталості баз, що призводить до підвищення точності під час обробки. Тобто конфігурація деталі має зручні і надійні поверхні для установки заготовки в процесі її обробки, дозволяє застосовувати сучасні та продуктивні методи механічної обробки – обробка на верстатах з ЧПК, збірного твердосплавного інструменту. Є можливість зручного підведення ріжучого інструменту до оброблюваних поверхонь. Конструкція деталі дозволяє її установку у стандартні широко розповсюджені пристосування. Конструктивні елементи деталі уніфіковані по кожному з видів, що дозволяє скоротити номенклатуру оснащення. Зниження технологічності має місце за рахунок високих вимог до шорсткості деяких поверхонь, і за рахунок довгого внутрішнього отвору, а також внутрішніх різьб. Загалом до заданої деталі висуваються наступні вимоги: точність зовнішньої поверхні під підшипники не гірше 6-го квалітету точності; шорсткість зовнішньої поверхні під підшипник не гірше $Ra = 0,8$ мкм. Не вказані граничні відхилення валів – h14, отворів – H14 (ГОСТ 25670-83). На кресленні деталі є такі вимоги до термічної обробки – твердіть поверхні HRC 40...45 одиниць після нормалізації.

До торця 16 мм ставиться вимога торцевого биття 0,025 мкм відносно бази БЖ, до циліндричної поверхні $\varnothing 78$ мм – радіального биття 0,1 мкм відносно бази Г, до виконавчої поверхні $\varnothing 85$ мм – радіального биття 0,01 мкм відносно бази Ж, до отвору $\varnothing 57$ мм – радіального биття 0,025 мкм відносно бази Ж, торця внутрішньої канавки – торцевого биття 0,025 мкм відносно бази Г.

					<i>ТМ 21850011-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Допуск паралельності шпонкового пазу 0,025 мкм відносно Б, симетричності – 0,1 мкм відносно Б. Отже, за аналізом деталі на технологічність, вважаємо, що шпиндель є технологічним.

					<i>ТМ 21850011-00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						16
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

Вибір виду методів одержання заготівки визначається призначенням та конструкцією деталі, матеріалу, технічними вимогами, типом виробництва, а також економічністю виготовлення. Вид заготівки значно впливає на характер технологічного процесу, трудомісткість і технологічність її обробки.

У машинобудуванні застосовуються такі методи отримання заготовок як: лиття, зварювання, прокат, кування на молотах та гаряче штампування.

Так як для деталі використовується сталь 45, що не є ливарною, отримання заготовки литтям буде ускладнено і ми відмовимося від цього варіанту. Так само ця сталь є обмежено-зварюваним металом, що вимагає спеціальних зварювальних матеріалів, тому зварювання не підходить. Мала вага та складна конфігурація не дозволяють отримати заготівлю куванням на молотах.

Наявність складної конфігурації та значного внутрішнього наскрізного отвору дозволяють використовувати метод штампування. При обробці заготівки типу «Шпindel» основне завдання – забезпечення концентричності внутрішніх та зовнішніх циліндричних поверхонь та перпендикулярності торців до осі деталі. Це може бути отримано під час виготовлення заготовки з прокату. Проте коефіцієнт використання матеріалу при цьому може бути низький із-за складної конфігурації деталі. Тому, для отримання заготовки обираємо штампування на гарячештампувальному автоматі.

За ГОСТ 7505-89 клас точності даної заготовки – Т3. Група сталі – М2. Ступінь складності штамповки визначається з відношення:

$$C = \frac{M_{ш}}{M_{ф}}, \quad (5.1)$$

де $M_{ш}$ – орієнтовна маса штамповки, кг;

$M_{ф}$ – маса фігури, в яку можна вписати штамповану заготовку, кг.

Орієнтовна маса штамповки визначається за формулою:

					<i>ТМ 21850011-00 ПЗ</i>	Арк.
						17
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

$$M_{ш} = M_d \cdot K_p, \text{ кг} \quad (5.2)$$

де K_p – коефіцієнт для визначення орієнтовної маси штамповки; $K_p = 1,8$.

$$M_{ш} = 7,3 \cdot 1,8 = 13,14 \text{ кг} \quad (5.3)$$

Масу фігури, в яку можна вписати заготовку, визначаємо за формулою, беручи розміри деталі, збільшені на 1,05.

$$M_{\phi} = V_{\phi} \cdot \gamma, \text{ кг} \quad (5.4)$$

де $V_{заг}$ – загальний об'єм;
 γ – густина сталі; $\gamma = 7,85 \times 10^{-6} \text{ кг} \times \text{мм}^3$;

$$V_{\phi} = \frac{\pi D_{\phi}^2 l_{\phi}}{4}, \text{ мм}^3 \quad (5.6)$$

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 99,75^2 \cdot 283,5}{4} = 2214584 \text{ мм}^3$$

$$M_{\phi} = 2214584 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 17,4 \text{ кг}$$

$$C = \frac{13,4}{17,4} = 0,77$$

Так, як $0,63 < 0,77$, то приймаємо ступінь складності С1. Вихідний індекс – 11.

Розраховуємо розміри заготовки. Дані заносимо в таблицю 5.1.

Виконуємо ескіз заготовки (рис. 5.1).

					<i>ТМ 21850011-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

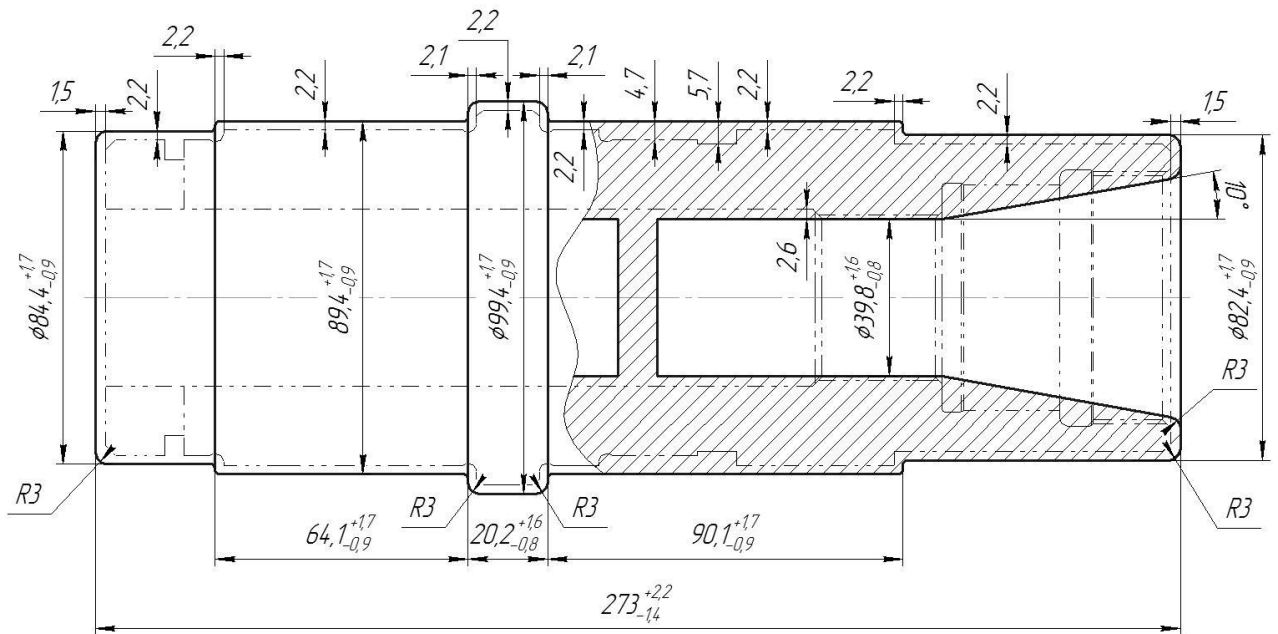


Рисунок 5.1 – Ескіз заготовки

Таблиця 5.1 – Розрахунок розмірів заготовки

Розмір деталі	Клас точності	Шорсткість	Припуск	Допуск	Розмір заготовки
Ø80	6	0,8	2,2 × 2	+1,7 -0,9	Ø 84,4,5 ^{+1,7} _{-0,9}
Ø85	6	0,8	2,2 × 2	+1,7 -0,9	Ø 89,4 ^{+1,7} _{-0,9}
Ø95	14	6,3	2,2 × 2	+1,7 -0,9	Ø 99,4 ^{+1,7} _{-0,9}
Ø78	14	6,3	2,2 × 2	+1,7 -0,9	Ø 82,4 ^{+1,7} _{-0,9}
Ø42	6	6,3	2,6 × 2	+1,6 -0,8	Ø39,8 ^{+1,6} _{-0,8}
270	14	6,3	1,5 × 2	+2,2 -1,4	273 ^{+2,2} _{-1,4}
16	14	6,3	2,1 × 2	+1,6 -0,8	20,2 ^{+1,6} _{-0,8}
64	14	6,3	2,2	+1,7 -0,9	64,1 ^{+1,7} _{-0,9}
90	14	6,3	2,2	+1,1 -0,9	90,1 ^{+1,1} _{-0,9}

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{ВМ}} = \frac{M_{\text{Д}}}{M_{\text{З}}}, \quad (5.7)$$

де $M_{\text{Д}}$ – маса деталі, кг;

$M_{\text{З}}$ – маса заготовки, кг;

										Арк.
										19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 21850011-00 ПЗ					

6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Після аналізу базового технологічного процесу в новий варіант був внесений ряд змін (рис. 1.3, табл. 6.1), враховуючи типовий технологічний процес обробки деталей типу «Шпиндель» [16].

Таблиця 6.1 – Базовий технологічний процес

Найменування операції	Короткий зміст операції	Базування	Обладнання
1	2	3	4
000 Заготівельна	Відрізати заготовку	Торці заготовки	Відрізна машина
005 Токарно-револьверна	1 Підрізати торці 2 Точити поверхні заготовки 3 Розсвердлити центральний отвір	Зовнішня циліндрична поверхня заготовки, торець	1Г365
010 Токарно-револьверна	Точити поверхні заготовки	Зовнішня поверхня заготовки, з упором в торець	1Г365
015 Вертикально-фрезерна	Фрезерувати шпонковий паз	Зовнішня поверхня заготовки, з упором в торець	6Н10
020 Горизонтально-фрезерна	Фрезерувати пази	Зовнішня поверхня заготовки, з упором в торець	6Р80Г
025 Токарно-гвинторізна	1 Розточити внутрішню поверхню деталі 2 Точити різьбові поверхні	Зовнішня циліндрична поверхня заготовки, торець	16К20

					<i>ТМ 21850011-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

$$\rho = \sqrt{\rho_{\text{ц}}^2 + \rho_{\text{кор}}^2}, \text{ мкм} \quad (6.2)$$

де $\rho_{\text{кор}}$ – загальна кривизна заготовки, мкм;

$\rho_{\text{ц}}$ – похибка центрування і (ексцентричності).

Загальна кривизна заготовки визначається за формулою:

$$\rho_{\text{ко}} = \Delta_{\text{к}} \cdot L, \text{ мкм} \quad (6.3)$$

де $\Delta_{\text{к}}$ – питома кривизна стержня, $\Delta_{\text{к}} = 0,6$ мкм/мм; с. 71, [3];

L – довжина заготовки, мм;

$$\rho_{\text{ко}} = 0,6 \cdot 458 = 275 \text{ мм}$$

Похибка центрування визначається за формулою:

$$\rho = \sqrt{\left(\frac{\delta_3}{2}\right)^2 + 0,25^2}, \text{ мкм} \quad (6.4)$$

де δ_3 – допуск на поверхню, що використовується в якості базової на фрезерно-центрувальній операції, $\delta_3 = 2,3$ мм (за ГОСТ 2590-71).

$$\rho = \sqrt{\left(\frac{2,3}{2}\right)^2 + 0,25^2} = 1,18 \text{ мм}$$

$$\rho = \sqrt{275^2 + 1180^2} = 1210 \text{ мкм}$$

Для решти операцій величину просторових відхилень визначаємо за формулою:

$$\rho_{\text{зал}} = k_y \cdot \rho_{\text{заг}}, \text{ мкм} \quad (6.5)$$

де k_y – коефіцієнт уточнення форми, залежить від виду обробки [3], с.73. Для чорнового точіння $k_y = 0,06$; для чистового точіння $k_y = 0,04$.

Розраховуємо ρ для кожного переходу:

$$\rho_{\text{точ.чор}} = 0,06 \cdot 1210 = 73 \text{ мкм}$$

					ТМ 21850011-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

$$\rho_{\text{точ.чист}} = 0,05 \cdot 1210 = 61 \text{ мкм}$$

$$\rho_{\text{шл.поп}} = 0,04 \cdot 1210 = 48 \text{ мкм}$$

$$\rho_{\text{шл ост}} = 0,02 \cdot 1210 = 24 \text{ мкм}$$

Так як заготовка закріплюється в центрах, то похибка установки $\varepsilon_y = 0$.

Вихідні данні для розрахунку припусків на ПК приведені в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Вихідні дані

Найменування переходу	Точність	Граничні відхилення	Елементи припуску, мкм		
			R _z	T	ρ
Заготівка	16	0 -0,35	200	300	1210
Точіння чорнове	12	0 -0,25	50	50	73
Точіння чистове	9	0 -0,062	30	30	61
Шліфування чорнове	7	0 -0,025	10	20	48
Шліфування чистове	6	+0,025 +0,003	5	10	24

Розрахунок проводимо за допомогою програми «Pripusk» на ЕОМ, результати наведено в Додатку Б.

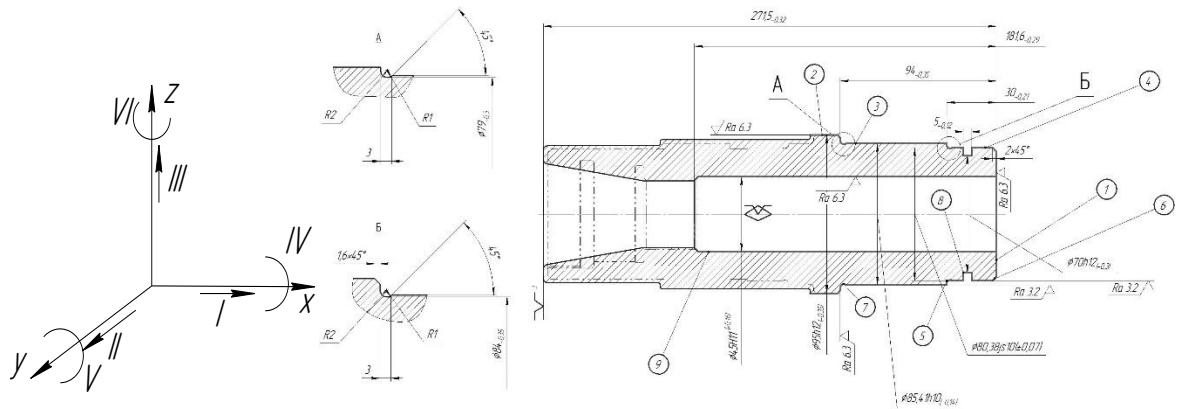


Рисунок 6.2 – Схема базування в трьохкулачковому патроні

Таблиця 6.3 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені волі	Найменування баз
1,2,3	I, II, IV	Установча база
4,5	III, VI	Подвійно-порна база
6	V	Вакансія

Таблиця 6.4 – Матриця зв'язків

Найменування баз		X	Y	Z
УБ	L	1	0	0
	α	1	0	1
ПОБ	L	0	1	1
	α	0	0	0
Вакансія	L	0	0	0
	α	0	1	0

Операція 015 Вертикально-фрезерна. Заготовка закріплюється у спеціальному пристосуванні. Зовнішня циліндрична поверхні буде подвійною напрямною базою, яка позбавляє 4-х ступеней вільності, торець – опорною, позбавляючи заготовку 1-ї ступені волі. У такий спосіб заготовка позбавляється 5-х ступенів волі, дві ступені волі звільняються.

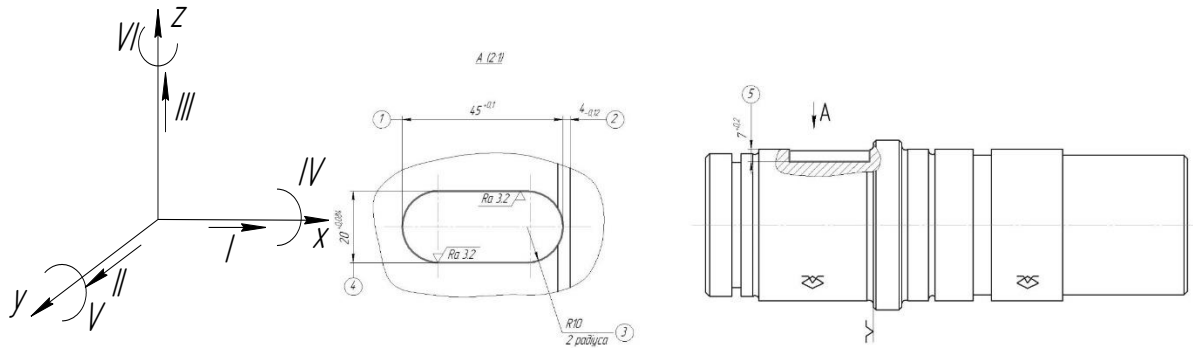


Рисунок 6.3 – Схема базування в призмах з упором в торець

Таблиця 6.5 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені волі	Найменування баз
1,2,3,4	I, II, IV, VI	Подвійна напрямна база
5	III	Опорна база
6	V	Вакансія

Таблиця 6.6 – Матриця зв'язків

Найменування баз		X	Y	Z
ПНБ	L	1	0	1
	α	1	0	1
ОБ	L	0	1	0
	α	0	0	0
Вакансія	L	0	0	0
	α	0	1	0

Таким чином, враховуючи обладнання, що використовуються, дані способи базування будуть найдоцільнішими.

6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів

Порівнюючи верстати, обираємо обладнання, яке підходить за таким технологічним ознаками: потужність двигуна, необхідна для обробки заданої поверхні; габарити робочого столу; тип виробництва [16].

На токарно-револьверній операції можливе застосування різних фрезерних верстатів.

На операції 005 у заводському технологічному процесі застосовується токарно – гвинторізний верстат моделі 1341, який має такі характеристики:

- найбільший діаметр обробленої заготовки над станиною $\varnothing 630$ мм, над супортом $\varnothing 350$ мм;
- найбільша довжина оброблюваної заготовки 3000 мм;
- висота різця, що може встановлюватися в різцетримачі 32 мм;
- кількість інструментів, які можна установити на верстаті 1;
- потужність електродвигуна верстата 5 кВт.

Як альтернативу можна вибрати сучасніший токарно – гвинторізний верстат моделі 1Г365 [4], с. 15 табл. 9, що буде враховано в подальшій роботі, а саме:

- найбільший діаметр обробленої заготовки над станиною $\varnothing 800$ мм, над супортом $\varnothing 450$ мм;
- найбільша довжина оброблюваної заготовки 2000 мм, 2800 мм, 4000 мм;
- висота різця, що може встановлюватися в різцетримачі 32 мм;
- кількість інструментів, які можна установити на верстаті 1;
- кількість інструментів, які можна установити на верстаті - 1;
- габаритні розміри верстата (Д×Ш×В) - 6140×2200×1770 мм;
- потужність електродвигуна верстата 7 кВт.

На вертикально-фрезерній операції можливе застосування різних фрезерних верстатів. Основні їх технічні характеристики наведені в табл. 6.7 [16].

Таблиця 6.7 – Основні технічні характеристики верстатів

Показник, одиниця виміру	Параметр	
	6Н10	6Р12
1	2	3
Клас точності по ГОСТ 8-82	Н	Н
Довжина робочої поверхні столу, мм	1600	1250
Ширина столу, мм	400	320
Найбільше переміщення по осям X, Y, Z, мм	1000×400×430	800×320×420

6.5 Розрахунки режимів різання

Розрахунки режимів різання аналітичним методом проводимо за [11].

Операція 005 Токарно-револьверна. Проводимо розрахунки для чорнового точіння поверхні $\varnothing 95$. Розрахунки для інших переходів – аналогічні. Дані заносимо до таблиці 6.9.

Визначаємо глибину різання за формулою:

$$t = \frac{D - d}{2}, \text{ мм} \quad (6.7)$$

де D – діаметр заготовки, мм;

d – діаметр деталі, мм.

$$t = \frac{99,4 - 95}{2} = 2,2 \text{ мм}$$

Визначаємо подачу (табл.11, с.266). $S_o = 0,9$ мм/об. Коректуємо за паспортними даними верстата. Приймаємо $S_o = 0,9$ мм/об.

Визначаємо період стійкості різця. Період стійкості токарного різця приймаємо $T = 45$ хв (с.268).

Визначаємо швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S_o^y} K_v, \text{ м/хв} \quad (6.9)$$

де C_v , q , m , x , y , u , p – коефіцієнт та показники степеня на швидкість різання (табл. 17 с. 269). Приймаємо $C_v=340$; $x=0,15$; $y=0,45$; $m=0,2$.

K_v – поправний коефіцієнт на швидкість різання;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv}, \quad (6.10)$$

де K_{mv} – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу (табл.1, с.261). Для обробки сталі маємо:

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_b} \right)^{n_v}, \quad (6.11)$$

					ТМ 21850011-00 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де K_r – коефіцієнт, що характеризує групу сталі за оброблюваністю (табл.2, с.262) $K_r = 1,0$;

σ_B – межа міцності, МПа; $\sigma_B = 470$ МПа;

n_V – показник степеню на швидкість (табл.2, с.262). При обробці сталі $n_V = 1,0$.

$$K_{mV} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{570}\right)^{1,0} = 1,32$$

$K_{пв}$ – коефіцієнт, що враховує вплив стану поверхні заготовки матеріалу (табл. 5, с. 263); $K_{пв} = 0,8$;

K_{iV} – коефіцієнт, що враховує вплив інструментального матеріалу (табл. 6, с. 263); $K_{iV} = 1,0$;

$$K_v = 1,32 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 1,05$$

$$V = \frac{340}{45^{0,2} \cdot 2,2^{0,15} \cdot 0,9^{0,45}} \cdot 1,05 = 155,72 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделю за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D}, \text{ об/хв} \quad (6.12)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 155,72}{3,14 \cdot 99,4} = 495,92 \text{ об/хв}$$

Коректуємо частоту обертання шпинделю за паспортними даними верстата: $n_d = 360$ об/хв.

Визначаємо дійсну швидкість головного руху різання за формулою:

$$V_d = \frac{\pi D n}{1000}, \text{ м/хв} \quad (6.13)$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 99,4 \cdot 360}{1000} = 113,04 \text{ м/хв}$$

					ТМ 21850011-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Визначаємо силу різання за формулою:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s_0^y \cdot V^n K_p, \text{ Н}$$

де C_p , x , y , n – поправні коефіцієнти на силу різання; $C_p=300$; $x = 1,0$; $y = 0,75$; $n = -0,15$ (табл.22, с. 273);

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \text{ Н} \quad (6.14)$$

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

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,2^{1,0} \cdot 0,9^{0,75} \cdot 113,04^{-0,15} \cdot 0,81 = 2687 \text{ Н}$$

Визначаємо потужність різання за формулою:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт} \quad (6.15)$$

$$N = \frac{1249 \cdot 113,04}{1020 \cdot 60} = 4,96 \text{ кВт}$$

Перевіряємо чи достатня потужність приводу головного руху верстата. Необхідно, щоб виконувалася умова:

$$N_e \leq N_{шп}$$

$$N_{шп} = N_d \cdot \eta, \text{ кВт} \quad (6.16)$$

де N_d – потужність верстата за паспортними даними; $N_d = 14$ кВт;

η – коефіцієнт корисної дії; $\eta = 0,85$.

$$N_{шп} = 14 \cdot 0,85 = 11,9 \text{ кВт},$$

Умова виконується ($4,96 < 11,9$), отже обробка можлива.

Визначаємо основний час за формулою:

					ТМ 21850011-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

$$T_o = \frac{Li}{nS_o}, \text{ хв} \quad (6.17)$$

де L – довжина робочого ходу різця, мм;

$$L = l + y + \Delta, \text{ мм} \quad (6.18)$$

де l – довжина обробки, мм;

y – величина врізання, мм; $y = 2$ мм;

Δ – величина перебігу, мм; $\Delta = 0$.

Величину врізання визначаємо за формулою:

$$L = 16 + 2 + 0 = 18 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{18 \cdot 1}{360 \cdot 0,9} = 0,056 \text{ хв.}$$

Операція 015 Вертикально-фрезерна. На операції відбувається фрезерування шпонкового паза шириною 20 мм за два проходи. Відповідно, для чорнового фрезерування діаметр фрези $D = 18$ мм; для чистового фрезерування діаметр фрези $D = 20$ мм. Кількість зубів $z = 4$. Проводимо розрахунки для чорнового фрезерування. Розрахунки для чистового – аналогічні. Дані заносимо до таблиці 6.9.

Визначаємо подачу. Приймаємо $S_o = 0,07$ мм/об. Подачу на зуб визначаємо за формулою:

$$S_z = \frac{S}{z}, \text{ об/зуб} \quad (6.19)$$

$$S_z = \frac{0,07}{4} = 0,02 \text{ об/зуб}$$

Визначаємо період стійкості фрези. Приймаємо $T = 80$ хв.

Визначаємо швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B u_z^p} K_v, \text{ м/хв} \quad (6.20)$$

					<i>ТМ 21850011-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

де C_v , q , m , x , y , u , p – коефіцієнт та показники степеня на швидкість різання.

Приймаємо $C_v=12$; $q=0,3$; $x=0,3$; $y=0,25$; $m=0,26$; $u=0$; $p=0$.

K_v – поправний коефіцієнт на швидкість різання; $K_v = 1,05$

$$V = \frac{12 \cdot 18^{0,3}}{80^{0,26} \cdot 0,02^{0,25} \cdot 7^0 \cdot 18^{0,3} \cdot 4^0} \cdot 1,05 = 11,11 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделю за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D}, \text{ об/хв} \quad (6.21)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 11,11}{3,14 \cdot 18} = 196,65 \text{ об/хв}$$

Коректуємо за паспортними даними верстата: $n_d = 178 \text{ об/хв}$.

Визначаємо дійсну швидкість головного руху різання за формулою:

$$V = \frac{\pi D n}{1000}, \text{ м/хв} \quad (6.22)$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 18 \cdot 178}{1000} = 10 \text{ м/хв}$$

Визначаємо силу різання за формулою:

$$P_z = 10 \cdot C_p \frac{t^x \cdot s_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} K_p, \text{ Н}$$

де C_p , x , y , n , q , w – поправні коефіцієнти на силу різання; $C_p=68,2$; $x = 0,86$; $y = 0,72$; $n = 1,0$; $w = 0$; $q = 0,86$;

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n \quad (6.23)$$

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

					ТМ 21850011-00 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_z = 10 \cdot 68,2 \cdot \frac{18^{0,72} \cdot 0,02^{0,86} \cdot 7^1 \cdot 4}{18^{0,86} \cdot 178} \cdot 0,81 = 363,28 \text{ Н}$$

Визначаємо крутний момент за формулою:

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_z \cdot V}{2 \cdot 100}, \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (6.24)$$

$$M_{\text{кр}} = \frac{363,28 \cdot 10}{2 \cdot 100} = 18,16 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Визначаємо потужність різання за формулою:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт} \quad (6.25)$$

$$N = \frac{363,28 \cdot 10}{1020 \cdot 60} = 0,06 \text{ кВт}$$

Перевіряємо чи достатня потужність приводу головного руху верстата.
Необхідно, щоб виконувалася умова:

$$N_e \leq N_{\text{шп}}$$

$$N_{\text{пв}} = N_d \cdot \eta, \text{ кВт}$$

де N_d – потужність верстата за паспортними даними; $N_d = 3 \text{ кВт}$;

η – коефіцієнт корисної дії; $\eta = 0,80$.

$$N_{\text{шп}} = 3 \cdot 0,80 = 2,4 \text{ кВт}$$

$$0,06 \text{ кВт} < 2,4 \text{ кВт}$$

Умова виконується, отже обробка можлива.

Визначаємо основний час за формулою:

$$T_{\text{офр}} = \frac{L}{S_{\text{хв}}} \cdot i, \text{ хв} \quad (6.26)$$

					<i>ТМ 21850011-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

$$T_{оп} = T_0 + T_д, хв \quad (6.28)$$

де T_0 – основний час на операцію, хв;

$T_д$ – допоміжний час на операцію, хв;

$$T_д = T_{уст} + T_{зв} + T_{пк} + T_{вим}, хв \quad (6.29)$$

де $T_{уст}$ – час на установку та зняття деталі, хв;

$T_{зв}$ – час, на закріплення та відкріплення деталі, хв;

$T_{пк}$ – час на прийоми керування, хв;

$T_{вим}$ – час на вимірювання, хв;

$a_{орг}$ – витрати часу на технічне обслуговування робочого місця, %; $a_{орг} = 4\%$;

$a_{відп}$ – витрати часу на відпочинок та особисті потреби, %; $a_{відп} = 4\%$.

Технічне нормування токарно-револьверної операції. Допоміжний час на операцію визначаємо, враховуючи, що $T_{уст} = 0,512$ хв, табл. 5.3 с. 198;

$T_{пк} = 0,111$ хв, табл. 5.8 с. 202; $T_{вим} = 0,123$ хв, табл. 5.12 с. 207.

$$T_д = 0,512 + 0,111 + 0,123 = 0,746 \text{ хв}$$

Операційний час визначаємо за формулою:

$$T_{оп} = 5,66 + 0,746 = 6,41 \text{ хв}$$

Визначаємо штучний час на операцію за формулою:

$$T_{шт} = 6,41 \cdot \left(1 + \frac{4 + 4}{100}\right) = 6,92 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час визначаємо за табл. 6.3 с. 217, враховуючи час на наладку верстата та інструменту та додаткові прийоми, $t_{пз} = 20$ хв.

Технічне нормування вертикально-фрезерної операції.

Допоміжний час на операцію:

					<i>ТМ 21850011-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

$$T_d = 0,29 + 0,19 + 0,123 = 0,6 \text{ хв}$$

Операційний час:

$$T_{оп} = 7,26 + 0,6 = 7,86 \text{ хв}$$

Визначаємо штучний час на операцію за формулою:

$$T_{шт} = 5,47 \cdot \left(1 + \frac{4 + 4}{100}\right) = 8,5 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час визначаємо за табл. 6.5 с. 217, враховуючи час на наладку верстата та інструменту та додаткові прийоми, $t_{пз}=15 \text{ хв}$.

					ТМ 21850011-00 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ УСТАНОВЛЕННЯ І ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ

Виходячи з умов обробки деталі єдиним правильним варіантом базування буде внутрішня циліндрична поверхня та торець. Розглянемо вибрану схему базування рисунок 7.1.

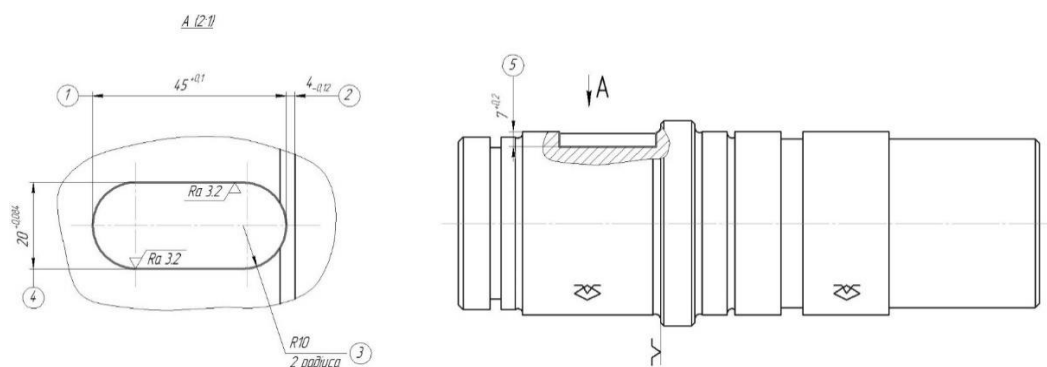


Рисунок 7.1 – Схема базування

Деталь установлюється на призму до упору в торець і затискається прихватом зверху.

Жорстка опора по торцю деталі звільнює деталь одного степеню свободи, призма звільнює деталь трьох степенів свободи, а прихват полишає одного степеню свободи. Отже, дана схема базування полишає п'яти степенів вільності, що являється подвійно-напрямною-опорною базою (ПНОБ).

Дана схема закріплення дозволяє обробляти деталь без значних деформацій і отримати потрібні точнісні характеристики.

Погрішність базування при обробці двох отворів на $\varnothing 32_{-0,039}^0$ мм установлюємо на призму $\alpha=90^\circ$. Погрішність базування визначаємо за формулою для кута призми $\alpha=90^\circ$:

$$E=1,21 \times T_d, \text{ мкм} \quad (7.1)$$

де T_d – допуск на зовнішню циліндричну поверхню, якою деталь встановлюється на призму

					<i>ТМ 21850011-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

$$T_d = es - ei, \text{ мкм} \quad (7.2)$$

$$T_d = 0 - (-0,039) = 0,039 \text{ мм} = 39 \text{ мкм}$$

$$E = 1,21 \times 39 = 47,19 \text{ мкм}$$

На точність обробки впливає ряд технологічних факторів, які визивають загальну погрішність обробки ε_0 , яка не повинна перевищувати допуск $\delta = 400$ мкм розміру, який виконується при обробці заготовки.

Розрахунок похибки ε_{np} зводиться до віднімання з допуску виконуваного розміру всіх інших складових загальної похибки обробки:

$$\varepsilon_{np} \leq \delta - k_T \times \sqrt{(k_{T1} \times \varepsilon_0)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + (k_{T2} \times \omega)^2}, \text{ мкм} \quad (7.3)$$

де δ – допуск при обробці розміру заготовки; $\delta = 400$ мкм

k_T – коефіцієнт, який враховує відхилення розсіяння значень складових величин від закону нормального розподілення; $k_T = 1,0$; с.85 [8];

k_{T1} – коефіцієнт, який враховує зниження граничного значення похибки базування при роботі на налагоджених верстатах; $k_{T1} = 0,8$; с.85 [8];

k_{T2} – коефіцієнт, який враховує частки похибки обробки в сумарній похибці, що викликана факторами, які залежать від пристосування; $k_{T2} = 0,6$; с.85 [8];

ω – економічна точність обробки; $\omega = 100$ мкм с.214 табл П13 [8];

ε_0 – похибка базування; $\varepsilon_0 = 15,73$ мкм;

ε_3 – похибка закріплення, яка виникає внаслідок зміщення деталі під дією прикладеної сили затиску $\varepsilon_3 = 70$ мкм, с.209 табл. П3 [8];

ε_y – похибка установки

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2}, \text{ мкм} \quad (7.4)$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{19,36^2 + 70^2} = 72,6 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{np} \leq 400 - 1,0 \times \sqrt{(0,8 \times 19,36)^2 + 70^2 + 72,6^2 + (0,6 \times 100)^2} = 282 \text{ мкм}$$

					ТМ 21850011-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Розрахунок зусилля затиску заготовки у пристрої

Величину необхідного затискного зусилля визначають на основі рішення завдання статички, розглядаючи рівновагу заготовки під дією прикладених до неї сил. На заготовку при обробці діє осьова сила P_z .

Необхідну сила закріплення розраховуємо для дії осьової сили та моменту за формулою [8], таблиця 4.4с. 85:

$$Q = \frac{K}{f} \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \cdot \sqrt{P_x^2 + P_z^2}, \quad (7.5)$$

де K – коефіцієнт запасу

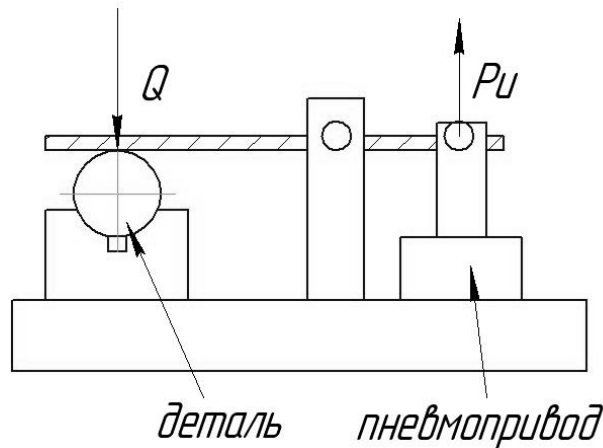


Рисунок 7.2 – Розрахункова схема сил закріплення заготовки

$$K = K_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6, \quad (3.2)$$

де K_0 – гарантований коефіцієнт запасу, $K_0 = 1,5$; [8], с. 119;

K_1 – коефіцієнт, що враховує величину сили різання із-за випадкових нерівностей на обробляючих поверхнях, $K_1 = 1,4$; [8], табл. 4.1с. 118;

K_2 – коефіцієнт, характеризує збільшення сили різання внаслідок затуплення ріжучого інструменту, $K_2 = 1,2$; [8], с. 119;

K_3 – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при переривчастому різанні, $K_3 = 1,0$; [8], с. 119;

					ТМ 21850011-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

K_4 – коефіцієнт, що враховує непостійність сил закріплення в затискному механізмі, $K_4=1,0$; [8], с. 119;

K_5 – коефіцієнт, що характеризує ергономіку ручних затискних механізмів, $K_5 = 1,0$; [8], с. 119;

K_6 – коефіцієнт, що враховує наявності моменту, що крутить, $K_6 = 1,0$ [8], с. 120.

$$K = 1,5 \times 1,4 \times 1,2 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 2,52$$

P_z та P_y – складові осьової сила різання див. пункт;

$P=800 \cdot N_2$ (Н); тоді $P_z=0,8 \times P$; $P_y=0,6 \times P$.

f – коефіцієнт тертя між контактними поверхнями, $f=0,15$, [3], с. 121
табл. 4.2.

Знайдемо силу затиску для дії осьової сили:

$$Q = \frac{2,52}{0,15} \cdot \sin\left(\frac{90}{2}\right)^0 \cdot \sqrt{8000^2 \cdot (0,64 + 0,36)} = 95 \text{ кН}$$

Розрахунок основних параметрів механізмів для затиску, підбір пневмоприводу

В якості приводу верстатного пристосування вибираємо пневмоциліндр з діафрагмовим приводом односторонньої дії.

Зусилля, що штовхає, використовується для розтиснення заготовки і відводу прихвату від деталі, зусилля, що тягне, служить для підводу прихвату і закріплення заготовки.

Знайдемо зусилля на штоці:

$$P_U = \frac{L-l}{l \cdot \eta} \cdot Q,$$

де L та l – довжина плеч важіля, мм; $L=140$ мм; $l=80$ мм;

$\eta=0,85$ – коефіцієнт корисної дії;

					<i>ТМ 21850011-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

$$P_u = \frac{140 - 80}{80} \cdot 95000 = 71,5 \text{ кН}$$

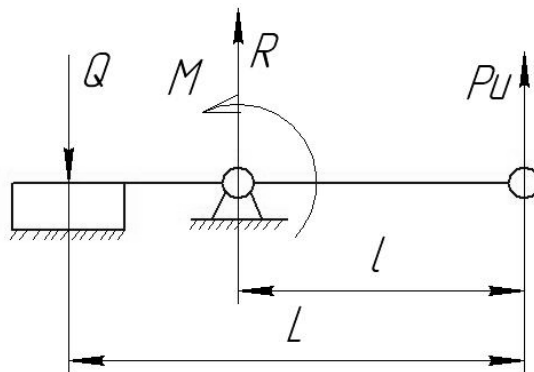


Рисунок 7.3 – Схема важільного закріплення заготовки

Виходячи з розрахованої сили затиску розраховуємо діаметр пневматичного циліндра за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{16 \cdot (P_u + q)}{\rho \times \eta \times \pi} - d^2},$$

де P_u – сила затиску;

ρ – тиск стислого повітря, $\rho = 0,4 \dots 0,6$ МПа, приймаємо $\rho = 0,5$ МПа;

η – ККД, $\eta = 0,85 \dots 0,95$, приймаємо $\eta = 0,85$;

q – сила протидії пружини; приймаємо $q = 100$ Н;

d – діаметр штоку; приймаємо $d = 40$ мм;

Діаметр пневмоциліндру розраховуємо за силою затиску при проти дії крутному моменту

$$D = \sqrt{\frac{16 \cdot (71,2 + 0,1)}{0,5 \times 0,85 \times 3,14} - 40^2} = 92,5 \text{ мм}$$

Основні параметри пневматичного циліндра вибираємо з табл. 1, с.426

[9]:

					ТМ 21850011-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

- приймаємо пневмоциліндр з діафрагмою діаметром $D = 100$ мм;
- діаметр штока $d = 16$ мм;
- сила, що штовхає – 71,2 кН;
- тиск в системі $p = 0,5$ МПа.

Одним з основних переваг діафрагмових приводів є їх швидкісна дія та постійне зусилля. Недоліком – ударна дія приводу, яка створює шум.

Принцип дії

Пристрій складається з пневмоциліндра, керованого крановим пневморозподільвачем, корпусу, важелю та установчих призм. Для кріплення пристрою до столу верстата в основі корпусу передбачені чотири проушини.

Щоб закріпити заготовку, необхідно за допомогою кранового пневморозподільвача подати повітря в штокову порожнину, завдяки цьому шток з діафрагмою рухаються вниз - заготовка закріплюється. При випусканні повітря зі штокової порожнини діафрагма зі штоком рухаються вниз, завдяки дії розтисненої пружини, що знаходиться під важелем, тим самим розкріплюючи заготовку.

					<i>ТМ 21850011-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

ВИСНОВКИ

Під час виконання бакалаврської роботи був виконаний наступний обсяг роботи:

- проведено аналіз службового призначення токарного верстата, до складу якого входить шпindel. Виконано опис конструктивних особливостей шпинделя та умов його експлуатації. Проведено аналіз технічних вимог на виготовлення.

- встановлено, що тип виробництва середньосерійний, а форма організації виробництва – групова;

- проаналізовано деталь на технологічність;

- проведено техніко-економічні розрахунки оптимального варіанта виготовлення заготовки і прийнято заготовку – поковку.

У процесі виконання роботи було докладно розроблено дві операції: токарно-револьверну та вертикально-фрезерну: обрані найбільш раціональні схеми базування, металорізальне обладнання, верстатне технологічне оснащення; проведений розрахунок режимів різання та технічне нормування операцій.

Розраховане і спроектоване спеціальне пристосування для вертикально-фрезерної операції. Розроблена карта наладки на токарно-револьверну операцію.

					<i>ТМ 21850011-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1 Анализ технических требований, выявление технологических задач, возникающих при изготовлении деталей, и технологический анализ конструкций / Под ред. А.Г. Косиловой. – М.: МВТУ, 1982. – 36 с.

2 Ансеров, М. А. Приспособления для металлорежущих станков / М. А. Ансеров. – М.; Л.: Машиностроение, 1964. – 652 с.

3 Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – Минск: «Высшая школа», 1983. – 256 с., ил.

4 Горошкин, А. К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник / А. К. Горошкин. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – 303 с.

5 Егоров, М. Е. Технология машиностроения / М. Е. Егоров, В. И. Дементьев, В. Л. Дмитриев. Под ред. М. Е. Егорова. – Изд. 2-е и доп. – М.: Высшая школа, 1976. – 534 с.

6 Колесов, И. М. Служебное назначение изделия и технические условия / И. М. Колесов. – М.: Знание, 1977. – 64 с.

7 Машиностроение. Энциклопедия / Ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. Стали и чугуны. Т. II-2 / Г.Г. Мухин, А.И. Беляков, Н.Н. Александров и др.; Под общ. ред. О.А. Банных и Н.Н. Александрова. – М.: «Машиностроение», 2001. – 784 с., ил.

8 Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування: у 2 частинах. – Ч. 1. Загальні відомості / укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов. – Суми : Сумський державний університет, 2011. – 55 с.

9 Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування: у 2 частинах. – Ч. 2. Приклади оформлення технологічної документації / укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов. – Суми :

					ТМ 21850011-00 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сумський державний університет, 2011. – 59 с.

10 Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. – М.: «Машиностроение», 1990. – 448с.

11 Общестроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного времени для технического нормирования станочных работ: Серийное производство. – М.: Машиностроение, 1974. – 421 с.

12 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на шлифовальных и доводочных станках. – М.: Машиностроение, 1974. – 203 с.

13 Режимы резания металлов: справ. / Под ред. Ю.Б. Барановского. – М.: Машиностроение, 1972. – 311с.

14 Силантьева Н.А., Малиновский В.Р. Техническое нормирование труда в машиностроении: Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: «Машиностроение», 1990. – 256 с.: ил.

15 Справочник технолога – машиностроителя. В 2 – х т. Т.2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: «Машиностроение», 1986. – 496с.

16 Справочник технолога-машиностроителя. Под ред. Панов. – М.: Машиностроение, 1980. – 527 с.

17 ГОСТ 7505-89 Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.

18 ДСТУ 3552 – 97 Ліфти пасажирські та вантажні. Терміни та визначення. – Чинний з 01.07.1998. – К.: Держбуд України, 1997

19 Волков Д.П. Ліфти. – М.: Вид-воАСВ, 1999. – 480 з.: мул.

20 Основи охорони праці: Підручник. 21ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. — К.: Основа, 2006 — 448 с.

					ТМ 21850011-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

ДОДАТКИ

ОХОРОНА ПРАЦІ

Метеорологічні умови у виробничих приміщеннях. Нормування параметрів мікроклімату

Самопочуття і працездатність людини залежать від метеорологічних умов виробничого середовища, в якому вона знаходиться і виконує трудові обов'язки.

Сукупність таких показників виробничого середовища, як температура повітря, °С; відносна вологість, %; швидкість руху повітря, м/с; інтенсивність теплового випромінювання, Вт/м² (ккал/м² • год); барометричний тиск, мм рт.ст., називають метеорологічними умовами, або мікрокліматом.

Вологість повітря значною мірою впливає на самопочуття людини і працездатність. Вологість повітря буває абсолютна і відносна.

Абсолютна вологість – це кількість вологи (г), що міститься в 1 м³ повітря при даній температурі (г/м³).

Відносна вологість – це процентне співвідношення абсолютної кількості водяних парів у повітрі до їх максимально можливої кількості при даній температурі.

Системою стандартів безпеки праці ГОСТ 12.1.005-88 «Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони» та ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми виробничих приміщень» встановлені нормативні документи, які регламентують метеорологічні умови виробничого середовища.

Згідно з цим стандартом (ГОСТом) нормуються оптимальні і допустимі метеорологічні умови на робочому місці.

Допустимими називаються такі параметри мікроклімату, які при тривалій і систематичній дії на людину можуть викликати перехідні, і такі, що швидко нормалізуються, зміни теплового стану організму, які супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції, але не виходять за межі фізіологічних пристосувань. При цьому не виникає пошкоджень або порушень стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття і зниження працездатності.

Оптимальними називають такі параметри мікроклімату, які при тривалій і

систематичній дії на людину забезпечують збереження нормального теплового стану організму без напруження механізмів терморегуляції. Вони забезпечують відчуття теплового комфорту і створюють умови для високого рівня працездатності людини.

Оптимальне поєднання метеорологічних умов виробничого середовища називають комфортністю.

Нормуються показники метеорологічних умов відносно таких параметрів (див. табл.8.1): сезону року, категорії важкості виконуваної роботи, категорії приміщень.

Створення оптимальних метеорологічних умов у виробничих приміщеннях є складною задачею, вирішити яку можна такими заходами та засобами:

Удосконалення технологічних процесів та устаткування. Впровадження нових технологій та обладнання, які не пов'язані з необхідністю проведення робіт в умовах інтенсивного нагріву дасть можливість зменшити виділення тепла у виробничі приміщення.

Рациональне розміщення технологічного устаткування. Основні джерела теплоти бажано розміщувати безпосередньо під аераційним ліхтарем, біля зовнішніх стін будівлі і в один ряд на такій відстані одне від одного, щоб теплові потоки від них не перехрещувались на робочих місцях. Для охолодження гарячих виробів необхідно передбачити окремі приміщення.

Автоматичне та дистанційне управління технологічними процесами. Цей захід дозволяє в багатьох випадках вивести людину із виробничих зон, де діють несприятливі фактори (наприклад, автоматизоване завантаження печей у металургії, управління розливом сталі).

Рациональна вентиляція, опалення та кондиціонування повітря. Вони є найбільш розповсюдженими способами нормалізації мікроклімату у виробничих приміщеннях. Так зване повітряне та водоповітряне душення широко використовується у боротьбі з перегріванням робітників у гарячих цехах.

Таблиця 8.1 – Оптимальні та допустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря у робочій зоні виробничих приміщень

Пора року	Категорії робіт	Температура, °С					Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м.с.	
		оп-ти-маль-на	допустима				оп-ти-маль-на	допус-тима на ро-бочих місцях не більше	оп-ти-маль-на, не біль-ше	Допустима на робочих місцях постійних і не постійних
			верхня межа		нижня межа					
			на робочих місцях							
пос-тій-них	не пос-тій-них	пос-тій-них	не пос-тій-них							
Холодна	Легка Іа	22-24	25	26	21	18	40-60	75	0,1	не більше 0,1
	Легка Іб	21-23	24	25	20	17	40-60	75	0,1	не більше 0,2
	Середньої важкості Іа	18-20	23	24	17	15	40-60	75	0,2	не більше 0,3
	Середньої важкості Іб	17-19	21	23	15	13	40-60	75	0,2	не більше 0,4
	Важка ІІІ	16-18	19	20	13	12	40-60	75	0,3	не більше 0,5
Тепла	Легка Іа	23-25	28	30	22	20	40-60	55 при 28°С	0,1	0,1-0,2
	Легка Іб	22-24	28	30	21	19	40-60	60 при 27°С	0,2	0,1-0,3
	Середньої важкості Іа	21-23	27	29	18	17	40-60	65 при 26°С	0,3	0,2-0,4
	Середньої важкості Іб	20-22	27	29	26	15	40-60	70 при 25°С	0,3	0,2-0,5
	Важка ІІІ	18-20	26	28	15	13	40-60	75 при 24°С і нижче	0,4	0,2-0,6

Забезпечити нормальні теплові умови в холодний період року в надто габаритних та полегшених промислових будівлях дуже важко і економічно недоцільно. Найбільш раціональним варіантом в цьому випадку є застосування променистого нагрівання постійних робочих місць та окремих ділянок. Захист від протягів досягається шляхом щільного закривання вікон, дверей та інших отворів, а також влаштуванням повітряних і повітряно-теплових завіс на воротах.

Раціоналізація режимів праці та відпочинку досягається скороченням тривалості робочої зміни, введенням додаткових перерв, створенням умов для ефективного відпочинку у приміщеннях з нормальними метеорологічними умовами. Якщо організувати окреме приміщення важко, то в гарячих цехах створюють зони відпочинку – охолоджувальні альтанки. Для робітників, що працюють на відкритому повітрі взимку, обладнують приміщення для зігрівання, в яких температуру підтримують дещо вищою за комфортну.

Застосування теплоізоляції устаткування та захисних екранів. В якості теплоізоляційних матеріалів широко використовують: азбест, азбоцемент, мінеральна вата, склотканина, керамзит, пінопласт.

На виробництві застосовують також захисні екрани для відгородження джерел теплового випромінювання від робочих місць. За принципом захисту щодо дії тепла екрани бувають відбиваючі, поглинаючі, відвідні та комбіновані. Добрий захист від теплового випромінювання здійснюють водяні завіси.

Використання засобів індивідуального захисту. Важливе значення для профілактики перегрівання мають індивідуальні засоби захисту. Спецодяг повинен бути повітряно- та вологопроникним (з льону, грубобавовняного сукна), мати зручний покрій. Для роботи в екстремальних умовах застосовуються спеціальні костюми з підвищеною теплосвітлоізоляцією. Для захисту голови від випромінювання застосовують дюралеві, фіброві каски, повстяні капелюхи; для захисту очей – окуляри – темні або з прозорим шаром металу, маски з відкидним екраном. Захист від дії зниженої температури досягається використанням теплоізолюючого спецодягу, а під час опадів – плащів та гумових чобіт.

Контроль та оцінка метеоумов складається з вимірювання температури, вологості, швидкості руху повітря і інтенсивності теплового випромінювання. Температуру повітря звичайно ртутними термометрами.

Відносна вологість вимірюється психрометрами: стаціонарні (див. рисунок 8.1 а) (психрометр Августа) або аспіраційні. Вони складаються з двох однакових ртутних термометрів – сухого та вологого. Резервуар термометра загорнутий у гігроскопічну тканину, кінець якої занурений до резервуару з дистильованою водою. Внаслідок випарування вологи він показує більш низьку температуру, ніж сухий. За різницею показників обох термометрів, користуючись спеціальними таблицями, визначаються відносна вологість повітря.

РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ НА ДИАМЕТРАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ

Имя программы - 'prip'

Вычислительный центр инженерного факультета СумГУ

23.05.2023

Расчет выполнен для Bardakov K., группа - ТМ-91к

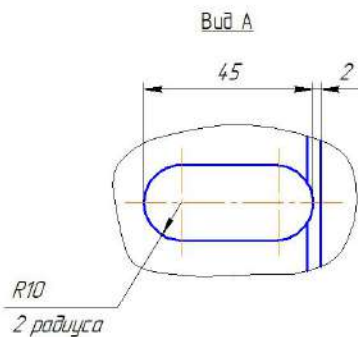
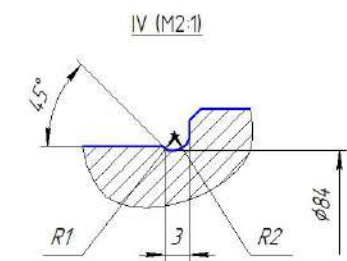
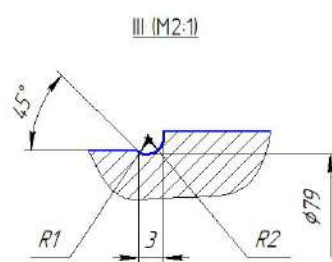
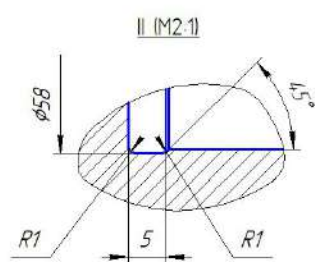
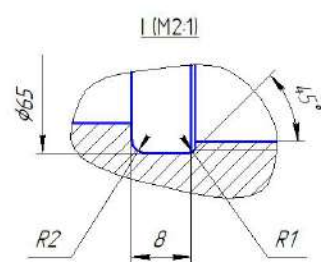
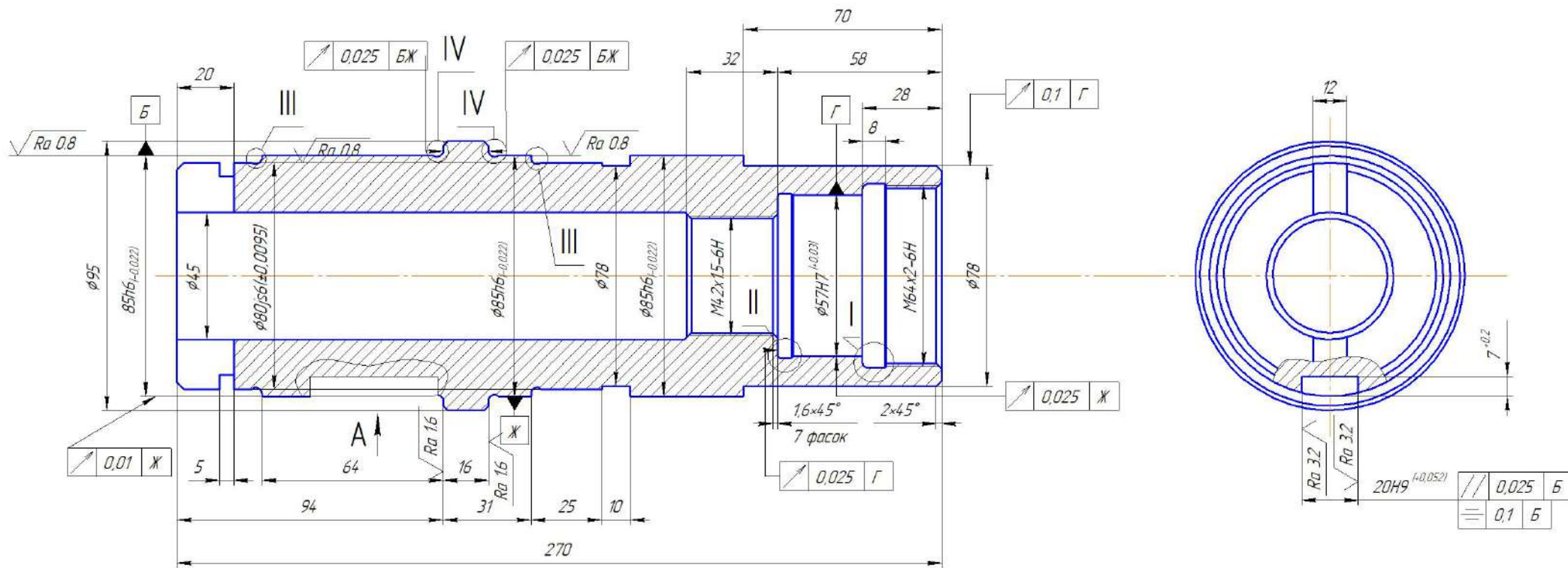
ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

обрабатываемая поверхность - наружная цилиндрическая поверхность ϕ 85 +0.00
+0.0022

Наименование перехода или операции маршрута обработки поверхности	Обозначение точности	Преде- льные откло- нения, мм	Элементы припуска, мкм					
			шерохо- ватость Rz (i-1)	дефект слой h (i-1)	простр отклон p (i-1)	погрешность базир Еб (i)	закр Ез (i)	
Поковка штампованная	кл. точн. Т5 ГОСТ 7505-89	+1.800 -1.0	-	-	-	-	-	-
Точение черновое	квалитет 14	+0.740 0	250	300	980	1000	800	
Точение чистовое	квалитет 10	+0.120 0	100	100	115	125	200	
Шлифование	квалитет 6	+0.015		25	25	65	0	
		+0.002						

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА :

Расчетные значения		Принятые значения, мм								
припуск, мкм	расчет- ный размер, мм	расчет- ный размер	номинальный размер с предельными отклонениями	предельный размер		припуск, мкм				
				мини- мальный	макси- мальный	миним	расч.	макс		
-	-	88.0	91.6	40.0	+1.800	88.1	91.6	-	-	-
					-1.0					
3300	4080	86.45	86.7	31.7	+0.740	86.45	86.7	3300	4050	4080
					0					
400	836	85.285	85.31	30.31	+0.120	85.285	85.31	400	910	836
					0					
100	146	85.00	85.022	30	0	85.00	85.022	100	200	151
					-0.073					



- 1. HRC 40..45
- 2. H14, h14.
- 3. Овальність і конусоподібність пов. Г, Б, Ж та Е не більше половини допуску на відповідний діаметр.

				19.19.003.01			
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Шпиндель	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Кича В.М.					7,3	1:1
Проб.	Ранченко Л.Д.				Лист	Листов	1
Т.контр.	Ведмь Г.В.						
И.контр.	Срой В.Ж.			Сталь 45 ГОСТ1050-74			
С.тв.	Грибан М.М.						

19.19.003.01

Ra 50 (✓)

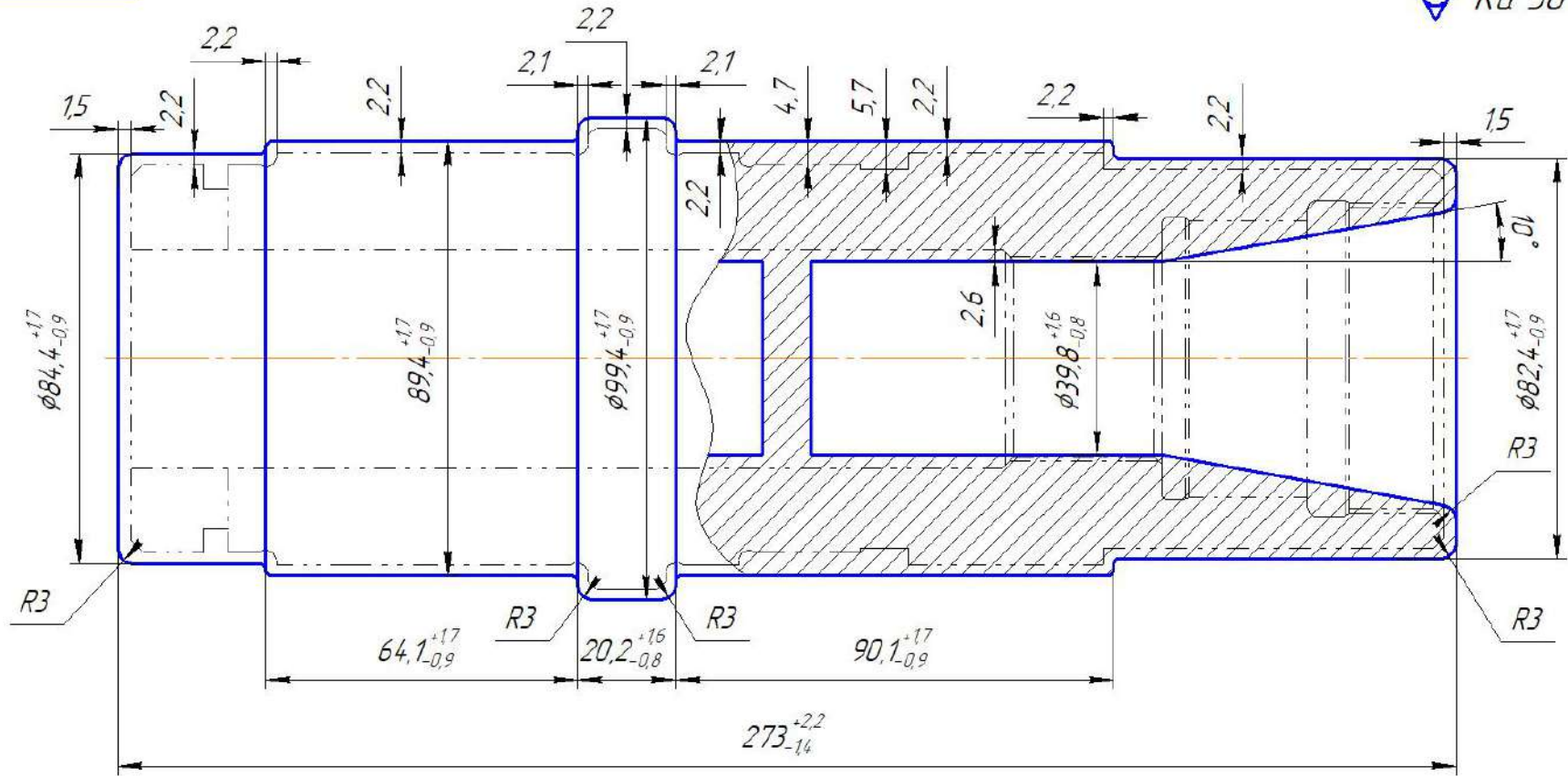
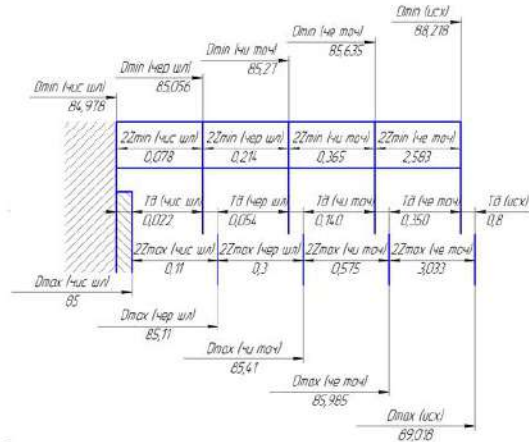


Схема розміщення припусків і допусків на механічну обробку циліндричної поверхні $\varnothing 85h6$



1. Невказані радіуси закруглення R1
2. Невказані штампувальні ухили 7°

19.19.003.01

				Лист	Масса	Масштаб	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Б Р	10,3	1:1
Разраб.	Бардаков К.О.						
Пров.	Приходько О.М.				Лист	Листов	1
Т контр.					Сталь 45 ГОСТ1050-74		
Н контр.	Дьяник О.Д.				СумДУ, гр.ТМ-91к		
Утв.	Юанов В.О.				Копировал		
						Формат А3	

Перв. примен.

Справ. №

Лист и дата

Инд. № дубл.

Взам. инв. №

Лист и дата

Инд. № подл.

TM 21850011-06-01

$Ra\ 6,3$ (\checkmark)

Перв. примен.

Справ. №

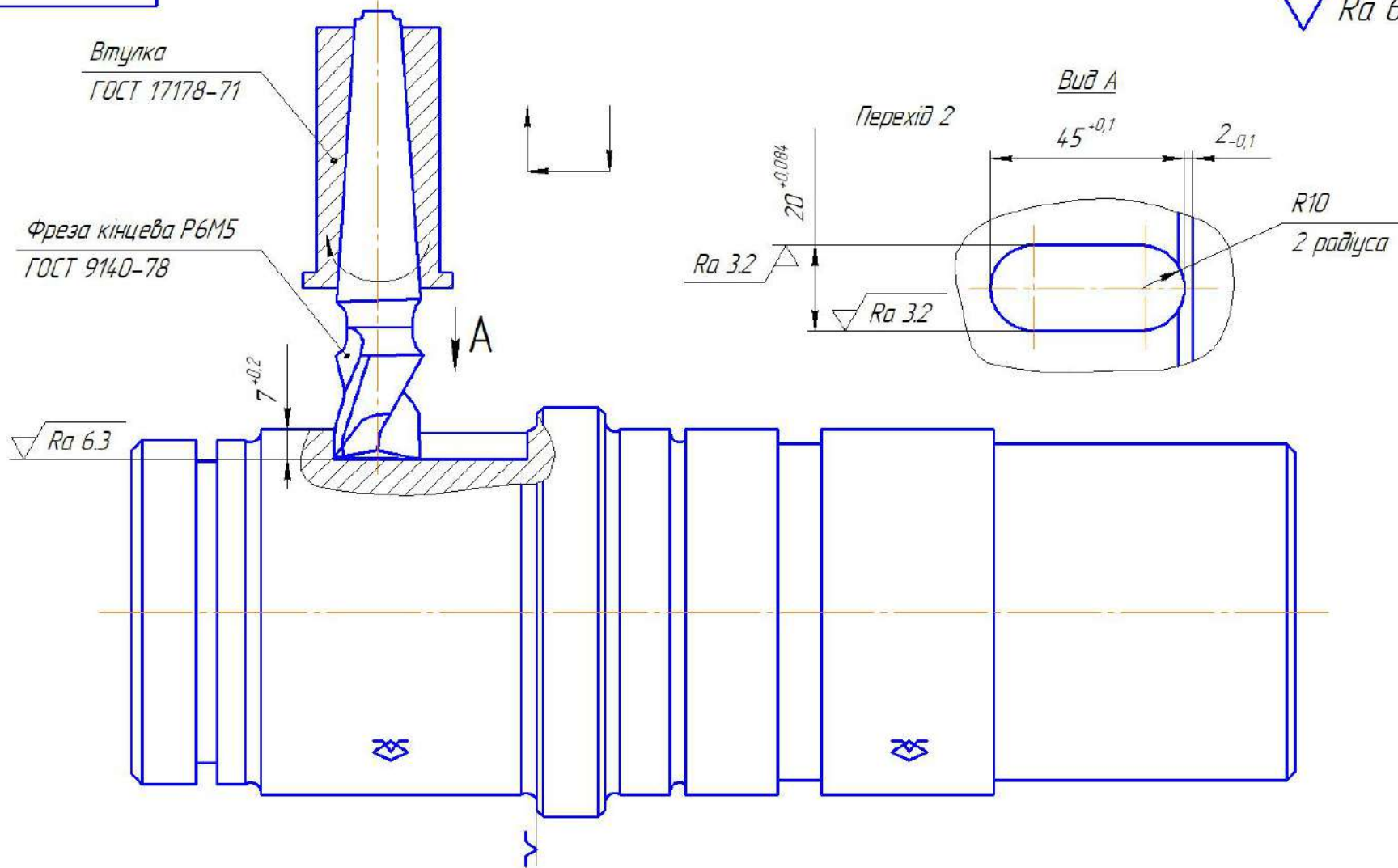
Годн. и дата

Инд. № дубл.

Взам. инв. №

Годн. и дата

Инд. № подл.

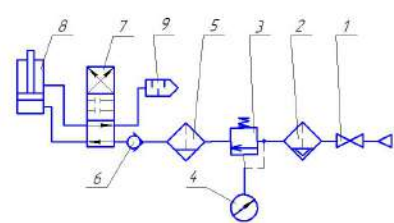
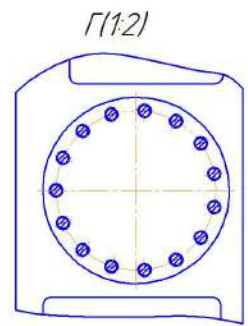
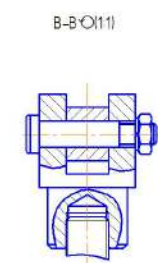
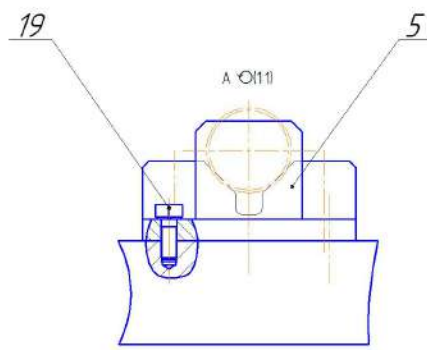
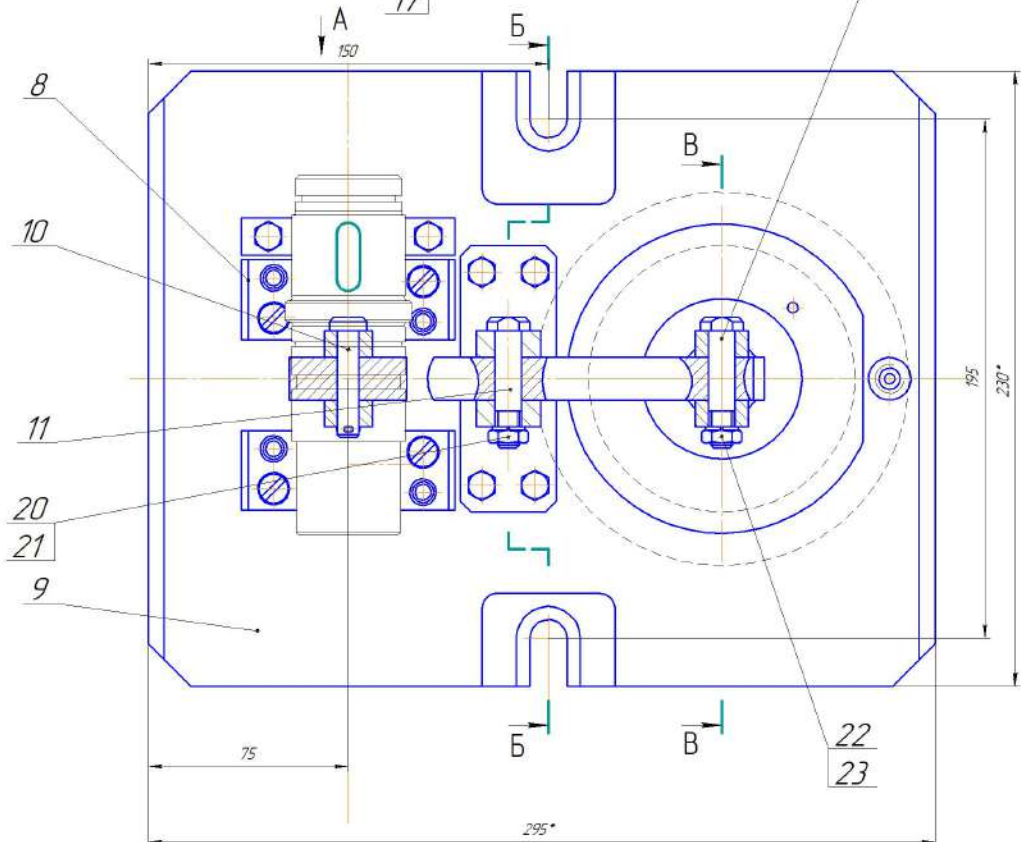
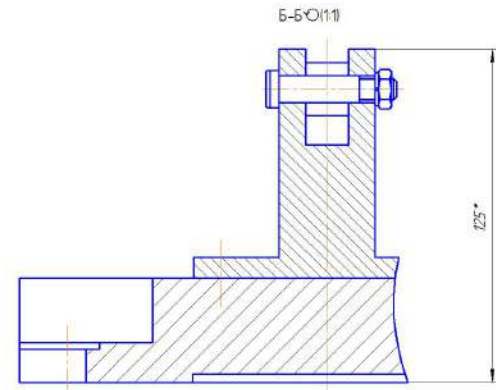
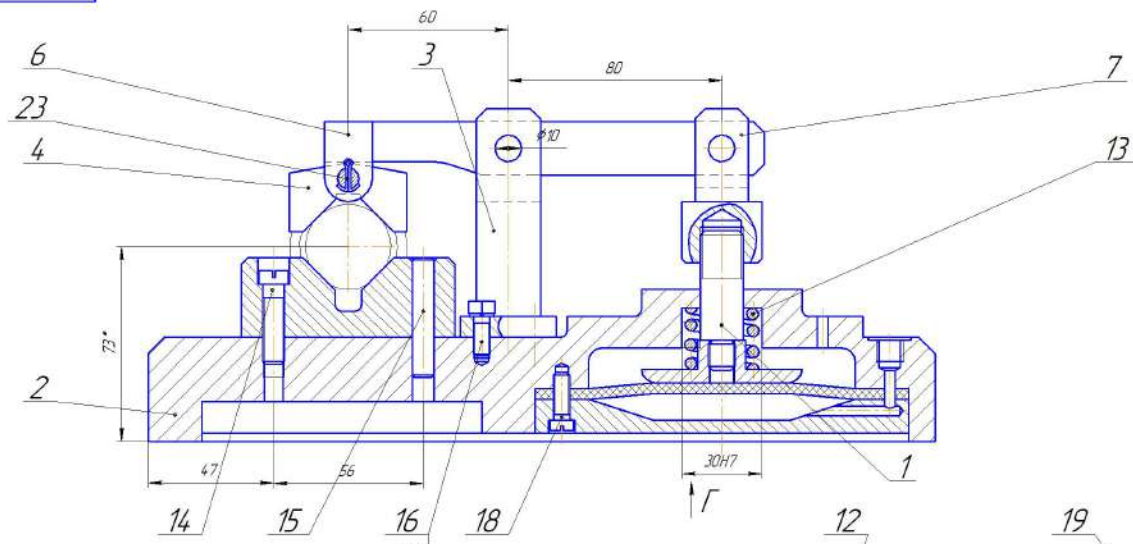


Вертикально-фрезерный станок	S, мм/зуб	S _m , мм/мин	V, м/мин	n, мин ⁻¹	T _a , мин	T _b , мин	T _{шт} , мин
1	0,02	27,5	10	178	4,74	0,6	8,5
2	0,02	20,5	21	335	2,52		

TM 21850011-06-01								
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Карта наладки на 015 операцию	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Бардаков К.О.					Б Р		1:1
Пров.	Прихадько О.М.					Лист	Листов	1
Т.контр.					6Н10	СумДУ, гр.ТМ-91к		
Н.контр.	Дьячків О.Д.							
Утв.	Юанов В.О.							

Копировал

Формат А3



1 - вентиль, 2 - фільтр - вологовідділювач, 3 - пневмоклапан,
 4 - манометр, 5 - фільтр - настиловідділювач, 6 - зворотній клапан,
 7 - пневморозподільник чотирьохлінійний,
 8 - пневмоциліндр, 9 - пневмоглушник.

1. Плунжер притирається до отвору для отримання зазору не більше 0,01 мм;
 2. Величина сили на штоці $Q=95$ кН;
 3. Тиск повітря в пневмережі $p=0,5$ МПа;
 4. Пристосування пофарбувати, за виключенням посадочних місць, - емаль ЕП-51, колір зелений ГОСТ 9640-85;
 5. Маркувати номер пристосування шрифтом 5Пp5 ГОСТ 26.020-83.

TM 21850011-07-01 СБ					Лист		Маса		
Мат. част.	№ докум.	Лист	Завод	Пристрій для фрезерування шпандючого пазу		б	р	7,8	11
Розроб.	Борисов А.В.			6Н10		Лист	Листів	1	
Проб.	Пилипко Д.М.								
Технік									
Начальн.	Винник В.В.								
Інж.	Кочев В.В.								

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кіл.	Примітки		
				<u>Документація</u>				
A1			TM 2185001-07 СК	Складальне креслення				
				<u>Складальні одиниці</u>				
		1	TM 2185001-07.01	Пневмопривід	1			
				<u>Деталі</u>				
		2	TM 2185001-07.02	Корпус	1			
		3	TM 2185001-07.03	Кронштейн	1			
		4	TM 2185001-07.04	Пружин	1			
		5	TM 2185001-07.05	Упор	1			
		6	TM 2185001-07.06	Коромисло	1			
		7	TM 2185001-07.07	Ушко	1			
		8	TM 2185001-07.08	Призма	2			
		9	TM 2185001-07.09	Палець	1			
		10	TM 2185001-07.10	Палець	2			
		11	TM 2185001-07.11	Пружина	1			
				<u>Стандартні вироби</u>				
		12		Гвинт М8×30 ГОСТ 1491-80	4			
		13		Штифт 2,8 ×35 ГОСТ 3128-70	4			
		14		Болт М6 ГОСТ 7798-70	6			
		15		Шайба 6 ГОСТ 6402-70	6			
		16		Гвинт М6 ×18 ГОСТ 17473-80	15			
		17		Гайка М8 ×1,25 ГОСТ 5915-70	2			
				TM 2185001-07 СП				
			Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Инв. № подл.	Разроб.	Бардаков К.О.						
	Керівник	Приходько О.М.						
	Н.контр.	Динник О.Д.						
	Утв.	Іванов В.О.						
				Лит.			Лист	Листов
				Б	Р	1	2	
				СумДУ, гр. ТМ-91к				
				Пристрій для фрезерування шпокового пазу				

Верстат

СумДУ 21850011

СумДУ

19.19.003.01

СумДУ 21850011

Шпиндель

БР

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський Державний університет

УЗГОДЖЕНО

/О.М. Приходько/

«___» _____ 20__ р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

/В.О. Іванов/

«___» _____ 20__ р.

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ
на технологічний процес механічної обробки
«Шпиндель 19.19.003.01»

Нормоконтролер

/О.Д. Динник/

«___» _____ 20__ р.

Розробив студент
групи ТМ-91к

/К.О. Бардаков/

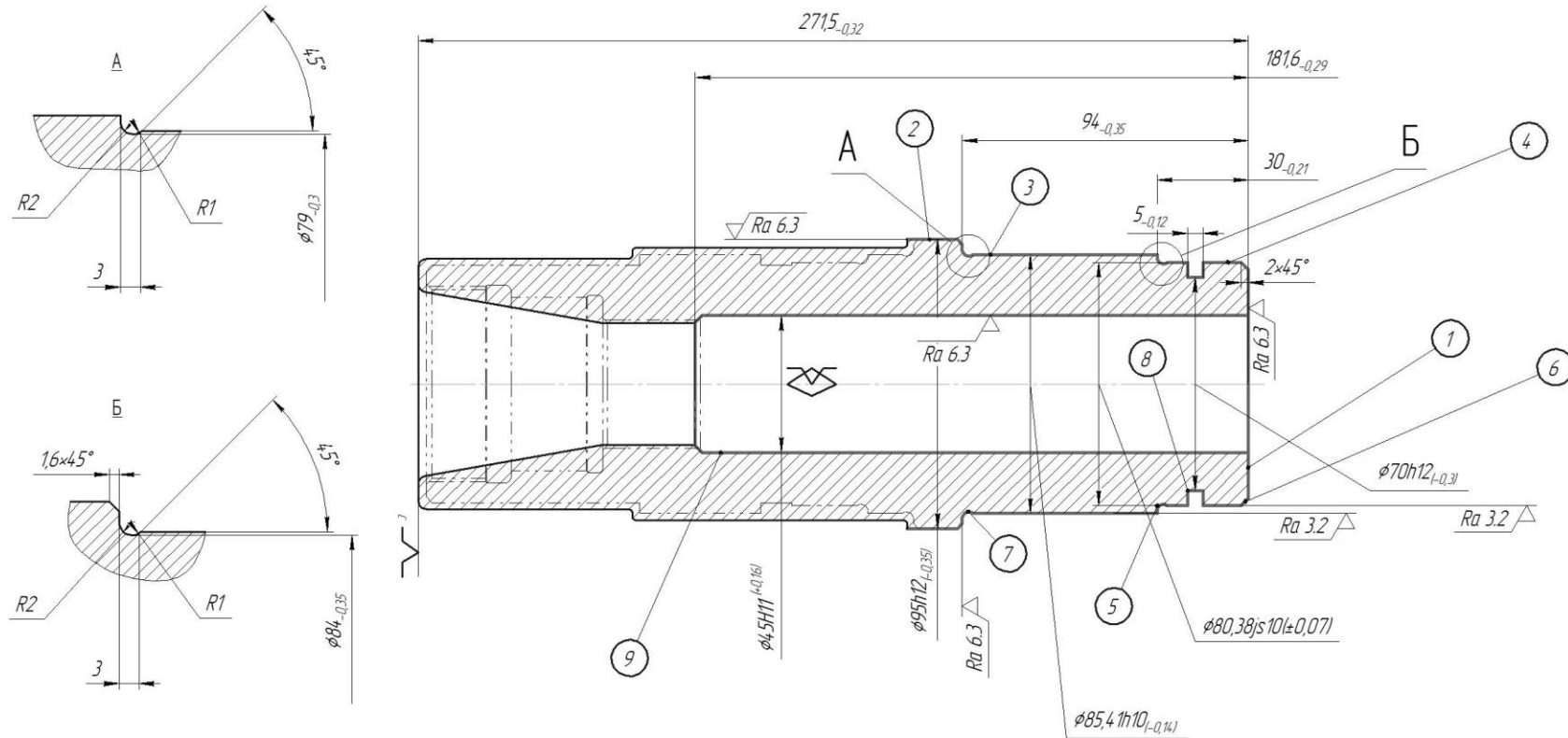
«___» _____ 20__ р.

Дубл.																				
Взам.																				
Оригін.																				
												СумДУ 21850011								
Розробив	Бардаков К.О.						СумДУ			19.19.003.01			СумДУ 21850011							
Перевірив	Приходько О.М.																			
Т. контр.																				
Н. контр.	Динник О.Д.						Шпindelь			БР										
М 01	Сталь 45 ГОСТ 1050-74																			
М 02	Код	ОВ	МД	ОН	Н. випр.	КВМ	Код заготовки	Профіль і розміри			КД	МЗ								
		166	7	1		0,61	41211Х	Ø 175,5×191			1	11,4								
А	Цех	Діл.	РМ	Опер.	Код, назва операції			Позначення документу												
Б	Код, назва устаткування						СМ	Проф.	Р	УП	КР	КООД	ОН	ОП	Кит.	Тп.з.	Тит.			
03																				
А 04	ХХ	ХХ	ХХ	000	1111 Заготівельна			ІТБ												
Б 05	391130			Кувальна машина			3	19165	412	1Р	1	1	1	47	1	1				
06																				
А 07	ХХ	ХХ	ХХ	005	4111 Токарно-револьверна			ІТБ												
Б 08	391130			ІГ365			3	19165	412	1Р	1	1	1	47	1					
09																				
А 10	1 Встановити, закріпити та зняти заготовку																			
Б 11	396112 Патрон трьох кулачковий ГОСТ 2675-80																			
12																				
А 13	2 Підрізати торець 1																			
Б 14	392113 Різець Т15К6 ГОСТ 18868-73																			
15							Ø 84,4		26,3		1,5		1,0		0,12		315		90	
МК																				

Дубл.			
Взам.			
Оригін.			

СумДУ.21850011

Розробив	Бардаков К.О.			СумДУ	19.19.003.01	СумДУ.21850011	БР		005
Перевірів	Приходько О.М.								
Т.контр.									
Н.контр.	Динник О.Д.			Шпиндель					

 $\sqrt{Ra\ 6,3}$ 

KE

