

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ
«Сумський державний університет»

Факультет 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 (проєкту)

перший (бакалаврський)
(освітньо-науковий рівень)

на тему *«Проектування технологічного процесу виготовлення
вала Н17.24.76-08»*

Виконав: студент IV курсу, групи ТМ-81-О
спеціальності:

131 «Прикладна механіка»
(шифр і назва спеціальності)

освітньої програми:

«Технології машинобудування»
(назва освітньої програми)

Артур ШНАЙДЕРСЬКИЙ
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник Павло КУШНІРОВ
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент _____
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ
«Сумський державний університет»

Інститут, факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

Освітньо-науковий рівень перший (бакалаврський)
(назва)

Спеціальність 131 «Прикладна механіка»
(шифр і назва)

Освітня програма «Технології машинобудування»
(назва освітньої програми, за наявності)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів
та інструментів

_____ *Віталій ІВАНОВ*

« _____ » _____ 2022 року

ЗАВДАННЯ
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (ПРОЄКТУ) СТУДЕНТУ

Шнайдерський Артур Владиславович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) *Проектування технологічного процесу виготовлення вала Н17.24.76-08*

керівник проєкту *Кушніров Павло Васильович, доцент, доцент, к.т.н.*
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від « 13 » квітня 2022 року № 0245-VI

2. Строк подання студентом роботи (проєкту) « 01 » червня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи (проєкту) _____

3.1 Робоче креслення деталі «вал Н17.24.76-08».

3.2 Річний обсяг випуску деталей – 2000 шт.

3.3 Базовий технологічний процес виготовлення деталі «вал Н17.24.76-08».

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 організації робіт

4.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

4.5 Вибір способу отримання вихідної заготовки, розроблення технічних вимог на її виготовлення

4.6 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі

4.7 Проектування верстатного пристрою для установки заготовки

4.8 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

5. Зміст графічної частини (перелік креслень, які потрібно розробити)

5.1 Креслення вихідної заготовки

5.2 Креслення маршрутного технологічного процесу виготовлення деталі

5.3 Креслення операційного налагодження

6. Інша конструкторська та технологічна документація

Комплект документів на технологічний процес виготовлення деталі «вала Н17.24.76-08»

5. Консультанти розділів роботи (проєкту)

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

6. Дата видачі завдання «08» _____ 2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Технологічна частина	10.05.2022	
2	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	15.05.2022	
3	Оформлення пояснювальної записки	20.05.2022	
4	Оформлення комплекту технологічної документації	25.05.2022	
5	Оформлення креслень та презентації	31.05.2022	

Студент

_____ (підпис)

Артур ШНАЙДЕРСЬКИЙ

_____ (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи (проєкту)

_____ (підпис)

Павло КУШНІРОВ

_____ (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ *Віталій ІВАНОВ*
« _____ » *червня 2022* р.

**ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ
ВАЛА Н17.24.76-08**

Кваліфікаційна робота (проект) бакалавра
Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»
Освітня програма – «Технології машинобудування»

Студент

Артур ШНАЙДЕРСЬКИЙ

Керівник

Павло КУШНІРОВ

Нормоконтроль

Юлія ДЕНИСЕНКО

Суми – 2022

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра :

В роботі запропоновані вдосконалення технологічного процесу виготовлення деталі «Вал Н17.24.76-08»: вибраний найбільш раціональний спосіб закріплення заготовки, вибрано сучасні верстати та вимірювальний інструмент. Виконано розрахунок режимі різання. Проведене технічне нормування операції. Виконаний аналіз технологічності конструкції деталі за якісними та кількісними показниками. Вибраний спосіб отримання заготовки – Прокат. Вибрані верстатні пристрої, різальний та вимірювальний інструменти, розраховані режими різання та норми часу на наведені операції.

Метою роботи є : підвищення ефективності механічної обробки деталі вал за рахунок впровадження сучасного технологічного оснащення з використанням прогресивних розробок інструментального виробництва, здатних забезпечити якісну обробку заготовок.

Об'єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки деталі «Вал Н17.24.76-08»

Предмет дослідження – операції технологічного процесу механічної обробки деталі «Вал»

ВАЛ, ЗАГОТОВКА, БАЗУВАННЯ, ПРИПУСК, РЕЖИМ РІЗАННЯ, НОРМА ЧАСУ, ПРИСТРІЙ.

Зміст

Вступ.....	5
1. Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації.....	6
2. Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі	7
3. Визначення типу виробництва та форми його організації	8
4. Аналіз технологічності конструкції деталі	
5. Вибір способу отримання заготовки та розроблення технічних вимог до неї.....	9
6. Аналіз існуючого технологічного процесу.....	10
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку	11
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки	12
6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів	13
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів	14
6.5 Розрахунок режимів різання	15
6.6 Технічне нормування операцій	16
7. Проектування верстатного пристрою	17
7.1 Обґрунтування вибору верстатного пристрою.	18
7.2 Визначення кількісних і якісних даних поверхонь заготовки, яка надходить на операцію. Аналіз точності поверхонь, які можуть бути базовими	20
7.3 Розроблення та обґрунтування схеми закріплення заготовки	21
7.4 Розрахунок сил закріплення	22
7.5 Точнісні розрахунки пристрою.....	23
7.6 Опис пристрою і принципу його роботи	25
Висновки	26
Список використаних джерел	27
Додаток А – Креслення деталі «Вал Н17.24.76-08».....	28
Додаток Б – Розрахунок припусків на ЕОМ	29
Додаток В – Специфікація ТМ20510142 – 07.00.00	30
Додаток Г – Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	31

						ТМ20510142-00 ПЗ							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проектування технологічного процесу виготовлення вала Н17.24.76-08. Пояснювальна записка			Літ.	Арк.	Аркушів			
Розробив	Шнайдерський												
Перевірів	Кушніров											4	
Реценз.													
Н.контроль	Денисенко												
Затверд.	Іванов									СумДУ, ТМ-81-О			

Вступ

Машинобудування, що поставляє нову техніку у всіх галузях народного господарства, визначає технічний прогрес країни і робить вирішальний вплив на створення матеріальної бази нового суспільства.

Технологія машинобудування - наука про виготовлення машин потрібної якості, потрібної кількості, в задані терміни з найменшими витратами праці - тобто з мінімальною собівартістю.



Основні проблеми машинобудівного комплексу України пов'язані із необхідністю розвитку економічних зв'язків у постачанні комплектуючих, втратою традиційних ринків збуту продукції, орієнтацією підприємств на випуск продукції військового призначення, а також технічною відсталістю і низькою, порівняно з міжнародними стандартами, якістю виробів.

Високий рівень зношеності обладнання, відсутність передових технологій і нових розробок, а також низьке забезпечення кваліфікованими кадрами – все це призвело до занепаду розвитку наукомістких галузей в Україні. Вітчизняні підприємства не отримують достатнього фінансування для розроблення нових технологій. Курс на заміщення вітчизняного виробника взяли імпортні компанії, які оснащені значною кількістю високотехнологічних розробок і технологій. Таким чином, велика частина продукції галузі імпортується з країн Східної Азії – Китаю, Кореї, Таїланду, а також із країн ЄС і США

Зараз важливо налагоджувати випуск різноманітних комплектуючих деталей усередині країни, урізноманітнювати асортимент і якість продукції, яка необхідна, перш за все, для власного споживання, а також має важливе експортне значення.

										Арк.
										6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ТМ 20510142-00 ПЗ

Машинобудування гостро потребує припливу інвестицій. Брак інвестицій у машинобудівну галузь пояснюється високим зносом основних фондів і збільшенням податкового навантаження на підприємства з боку держави.



					ТМ 20510142-00 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Деталлю, що розглядається в дипломному проєкті, є «ВАЛ» . Деталь являє собою тіло обертання з відношенням довжини до діаметра , виготовлена із сплаву 06ХН28МДТ ГОСТ 5632-72 відрізків з штамповки.

Матеріал деталі : Сплав 06ХН28МДТ відноситься до коррозійно-стійких сплавів..

Властивості сплаву :

Замінники: 03ХН28МДТ.

Вид поставки: сортовий прокат, в тому числі фасонний: ГОСТ 5949-75, ГОСТ 2590-2006, ГОСТ 2590-2006. Калібрований пруток ГОСТ 8559-75, ГОСТ 8560-78, ГОСТ 8559-75, ГОСТ 7417-75. Шліфований пруток та сребрянка ГОСТ 14955-77. Лист товстий ГОСТ 7350-77. Поковки і ковани заготовки ГОСТ 1133-71, ГОСТ 25054-81.

Використання в промисловості : зварні конструкції , що працюють при температурах до 80° С в сірчаній кислоті різної концентрації , за виключенням 55%-вої оцтової і фосфорної кислот .

Таблиця 2.1 - Хімічний склад сталі 06ХН28МДТ по ГОСТ 5632-72, у відсотках

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
до 0,06	До 0,8	До 0,8	26- 29	До 0,02	До 0,035	22- 25	2,5- 3,5

Технологічні властивості сталі 06ХН28МДТ :

Питома вага: 7960 кг/см³.

Термообробка : закалка 1050-1080°С за охолодженням у воді.

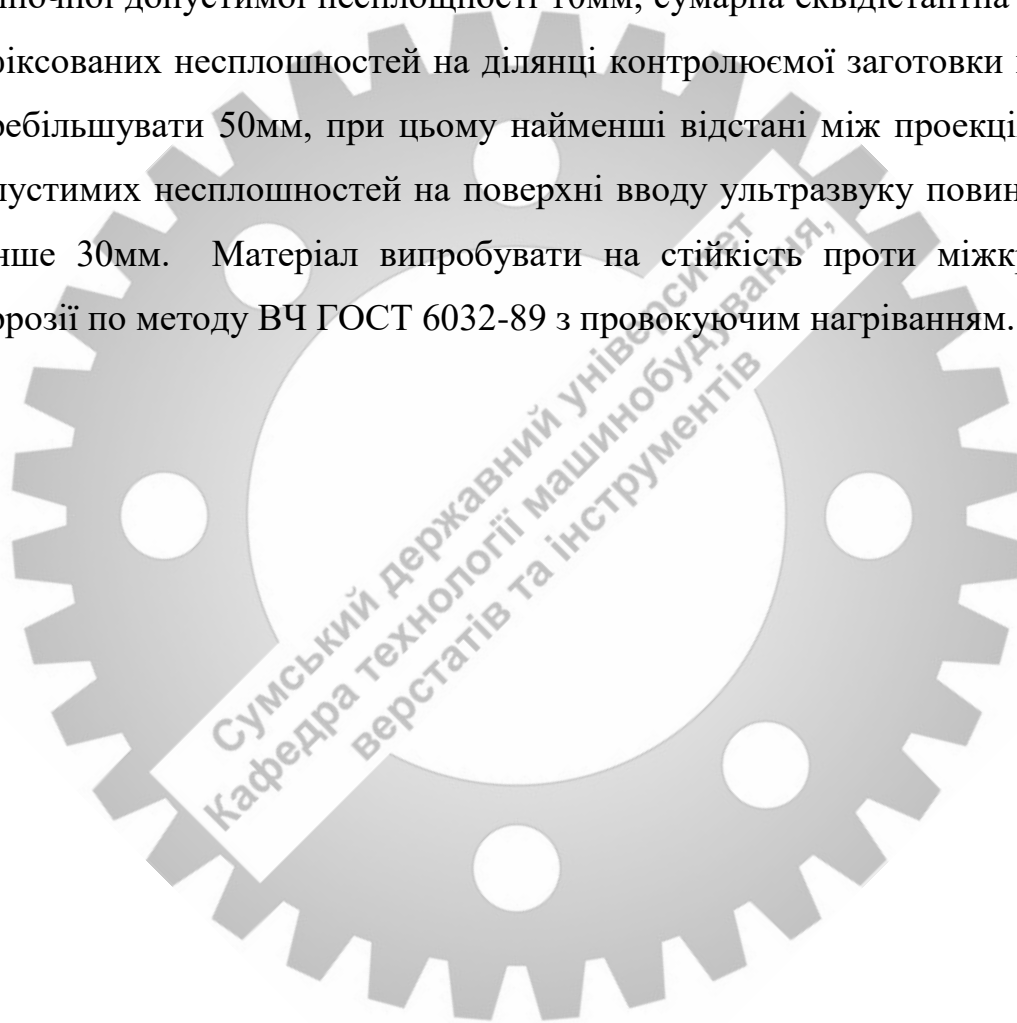
Температура ковки, °С : початок 1170, кінець 900.

Твердість матеріалу : НВ = 200 МПа

Технологічні властивості матеріалу 06ХН28МДТ.

									Арк.
									11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Також для вала надані певні технічні вимоги щодо його виготовлення, а саме : Допускається виготовляти з прокату по ГОСТ 5949-75. Механічні властивості, методи випробовувань та відбір проб як для поковки ГР IV 06ХН28МДТ ГОСТ 25054-8. Заготовка піддається ультразвуковому контролю він дозволяє визначити найдрібніші дефекти, розташовані на значних глибинах різного металу та зварних з'єднань , також для визначення товщини виробів. Норми оцінки якості: найбільша еквідістантна площа одиночної допустимої несплошності 10мм, сумарна еквідістантна площа всіх зафіксованих несплошностей на ділянці контролюємої заготовки не повинна перебільшувати 50мм, при цьому найменші відстані між проєкціями центрів допустимих несплошностей на поверхні вводу ультразвуку повинно бути не менше 30мм. Матеріал випробувати на стійкість проти міжкристалітної корозії по методу ВЧ ГОСТ 6032-89 з провокуючим нагріванням.



									Арк.
									13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 20510142-00 ПЗ

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ФОРМИ ЙОГО ОРГАНІЗАЦІЇ

Тип виробництва визначається за коефіцієнтом закріплення операцій K_{30} . Вихідними даними для розрахунку коефіцієнту є існуючий технологічний процес виготовлення валу і норми штучно-калькуляційного часу $T_{ш-к}$ за всіма операціями. Вихідні та розрахункові дані наведені в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Розрахунок коефіцієнта закріплення операцій.

Номер операції	Найменування операції	$T_{ш-к}$, хв	m_p	P	$n_{з.ср}$	O
020	Фрезерно-центрувальна	9,83	0,1016	1	0,1016	7,87
040	Токарна з ЧПК	5,02	0,0519	1	0,0519	15,41
050	Кругошліфувальна	10,04	0,1038	1	0,1038	7,70
065	Шпонково-фрезерна	6,4	0,0661	1	0,0661	12,10
075	Кругошліфувальна	10,23	0,1057	1	0,1057	7,56
Всього		41,52	-	5	-	50,64

Визначення типу виробництва

Кількість верстатів по операціям визначається за формулою [1]:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{ш-к}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н.ср}}$$

Де $N = 2000$ шт річна програма випуску деталей

					ТМ 20510142-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

$$C = \frac{T_{\text{cp}} \cdot N_{\text{п}}}{F_{\text{см}} \cdot \eta_{\text{з.н.}}} = \frac{8,30 \cdot 95}{476 \cdot 0,8} = 2,07,$$

Де $F_{\text{см}} = \frac{F_{\text{сут}}}{m} = \frac{952}{2} = 476$ хв – фонд часу роботи обладнання в одну зміну,

$m = 2$ - кількість змін,

$\eta_{\text{з.н.}} = 0,8$ – нормований коефіцієнт завантаження верстатів у серійному виробництві

Кількість змін округляємо до найближчого значення $C_{\text{п}} = 3$. Тоді кількість деталей в партії:

$$N_{\text{п}} = \frac{F_{\text{см}} \cdot C_{\text{п}} \cdot \eta_{\text{з.н.}}}{T_{\text{cp}}} = \frac{476 \cdot 3 \cdot 0,8}{8,30} = 137,6 \approx 138 \text{ шт.}$$

$N = 138$ шт.

У середньосерійному виробництві основною формою організації виробництва згідно ГОСТ 14.004-83 є групова форма. Робочі місця на підприємствах певною мірою спеціалізовані – закріплені за кожним із декількох операцій для виготовлення деталей, обробка яких ведеться партіями. Використовується універсальне, спеціалізоване і частково спеціальне обладнання. Широко застосовуються верстати з ЧПК, оброблювальні центри, гнучкі автоматизовані системи на основі верстатів з ЧПК, пов'язаних транспортуючими пристроями, керованими від ЕОМ. Устаткування розташоване за технологічними групами із урахуванням напрямку основних вантажних потоків цеху. Застосовується універсально-збірне, періодично налагоджувальне технологічне оснащення. Основний типаж різального інструменту – універсальний і спеціальний. Вимірювальний інструмент – калібр, спеціальний вимірювальний інструмент.

Вихідними заготовками застосовують гарячий та холодний прокат, лиття в земляні форми, лиття під тиском, точне лиття, поковки і точні штамповки.

										Арк.
										17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Технологічна документація та нормування докладно розробляється для найбільш складних і відповідальних заготовок і спрощеного нормування для простих заготовок. Одночасно маж місце застосування укрупненої документації.

У середньосерійному виробництві технологічний процес переважно диференційований, тобто розчленований на окремі операції, які закріплені за окремими визначеними верстатами. Середня кваліфікація основних робочих працівників вище, ніж у масовому виробництві, але нижче, ніж в одиничному. Розряди робочих знаходяться в межах 3-5 розрядів.

Середньосерійне виробництво значно економніше, ніж одиничне, тому що краще використовується технологічне устаткування, спеціалізація робочих місць. Все це збільшує продуктивність праці і зменшує собівартість виготовленої продукції.



					ТМ 20510142-00 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Допуск радіального биття $d20$ мм – 0,03.

Допуск паралельності паза $L2,5$ мм – 0,02.

Допуск паралельності паза $L3$ мм – 0,02

Допуск співвісності паза $L4$ мм – 0,03

Допуск співвісності паза $L5$ мм – 0,03

Всі поверхні деталі є технологічними і доступні для обробки простими методами формоутворення поверхонь.

Не технологічними конструктивними елементами даної деталі є:

- 1) Проточки, канавки (тому що для їх виготовлення необхідно спеціально заточений інструмент)
- 2) Шпонкові пази (тому що для їх отримання необхідні шпонкові фрези відповідного діаметра)
- 3) Наявність галтелі (тому що для її виготовлення необхідний спеціально заточений інструмент або проводити обробку на верстаті з ЧПК)
- 4) Наявність ступенів (тому що для їх отримання необхідно проводити обробку в центрах на двох установах, або застосовувати ліві різці, бо обробка в центрах спричинить за собою застосування фрезерно-центрувальної операції)
- 5) Наявність шпонкових пазів, розташованих по різні боки що до осі вала. (тому що для їх обробки необхідно мати спеціальне техоснащення для закріплення и обертання вала на 180°).
- 6) Наявність різей (тому що для їх отримання необхідно мати різьбові різці або плашки).

										Арк.
										20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ТМ 20510142-00 ПЗ

5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

Основні способи виробництва заготовок - лиття, обробка тиском, зварювання. Спосіб отримання тієї чи іншої заготовки залежить від службового призначення деталі і вимог, пред'явлених до неї, від її конфігурації і розмірів, виду конструкційного матеріалу, типу виробництва та інших чинників.

Одну і ту ж деталь можна виготовити з заготовок, отриманих різними способами. Одним з основоположних принципів вибору заготовки є орієнтація на такий спосіб виготовлення, який забезпечить їй максимальне наближення до готової деталі. В цьому випадку істотно скорочується витрата металу, обсяг механічної обробки і виробничий цикл виготовлення деталі. Однак при цьому в заготівельному виробництві збільшуються витрати на технологічне обладнання та оснащення, їх ремонт та обслуговування. Тому при виборі способу отримання заготовки слід проводити техніко-економічний аналіз двох етапів виробництва - заготівельного і механообробного.

Вибір оптимального способу виробництва заготовок здійснюють шляхом зіставлення техніко-економічних показників розглянутих технологічних варіантів. Завдання полягає в тому, щоб визначити, який з порівнюваних варіантів економічно більш доцільний. Крім мінімальної металоємності і трудомісткості виготовлення заготовки, до неї пред'являються ряд вимог обумовлених наступною механічною обробкою. До числа таких вимог відносяться:

Мінімальні припуски на обробку – знижується собівартість обробки за рахунок зменшення кількості проходів та переходів.

Раціонально розташування ливарних та штампувальних уступів.

Підвищена точність розмірів

					ТМ 20510142-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Мінімізація або повне усунення дефектного шару , який призводить до збільшення припусків та витрат на різальний інструмент.

У базовому технологічному процесі заготовку отримують шляхом різання з прокату.

Так як технологічний процес проектується для середньосерійного виробництва , приводиться приклад розрахунку отримання заготовки шляхом штамповки.

Вихідними даними для виготовлення заготовки є річна програма випуску деталей $N=2000$ штук, матеріал деталі – сплав О6ХН28МДТ ГОСТ 5632 – 72, тип виробництва – середньосерійний.

На підприємстві заготовка вала виготовляється з круглого прокату діаметром 34 (+1,1;-0,5) мм і довжиною 8000 мм. Заготовка із наведеними розмірами є груповою заготовкою, яка потім розрізається на окремі (штучні) заготовки.

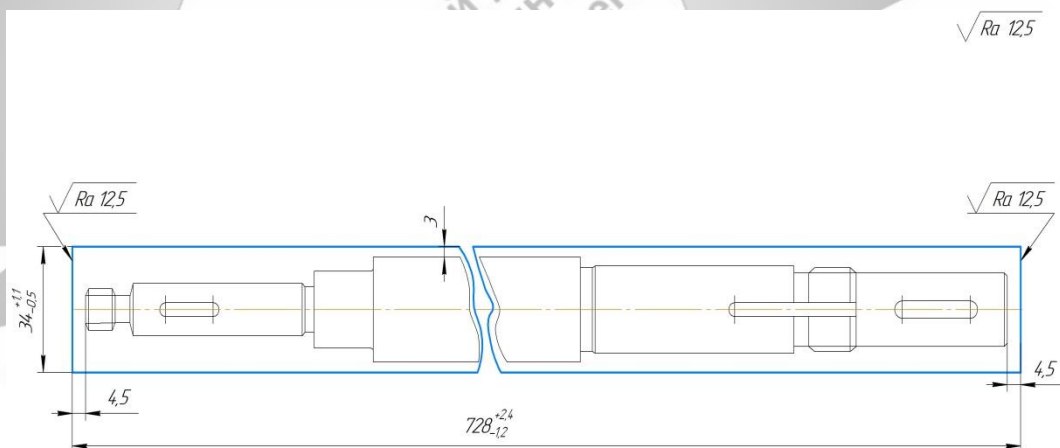


Рисунок 5.1 – Ескіз заготовки

Визначимо вартість S_{Π} заготовки із круглого прокату за формулою:

$$S_{\Pi} = M + \sum C_0,$$

Де M – витрати матеріалу заготовки, грн;

C_0 – витрати на розрізання прутків для отримання штучних заготовок, грн.

$$M = Q \cdot S - (Q - q) - \frac{S_{\text{отх}}}{1000} = 5,21 \cdot 480 - (5,21 - 3,3) - \frac{850}{1000} = 2499 \text{ грн}$$

Де $Q = 5,21$ кг - маса заготовки із прокату ;

										Арк.
										22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

В технологічному процесі який проектується, заготовку пропонується виготовляти штампуванням на ГKM (нагрівання заготовок – індукційним способом)

Визначимо вартість заготовки $S_{ш}$, яка отримана гарячим штампуванням на ГKM:

$$S_{ш} = \left(\frac{S}{1000} \cdot Q_{п} \cdot K_{т} \cdot K_{с} \cdot K_{в} \cdot K_{м} \cdot K_{п} \right) - (Q_{п} - q) \cdot \frac{S_{від}}{1000},$$

Де $Q_{п} = 4,95$ кг – маса заготовки отриманої пресуванням;

$K_{т} = 1,0$ – коефіцієнт, що залежить від класу точності поковки;

$K_{с} = 0,87$ – коефіцієнт, що враховує групу складності штамповки;

$K_{в} = 1,14$ – коефіцієнт, що враховує матеріал заготовки;

$K_{м} = 1,13$ – коефіцієнт, що враховує масу заготовки;

$K_{п} = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує об'єм виробництва.

$$S_{ш} = \left(\frac{480000}{1000} \cdot 4,95 \cdot 1,0 \cdot 0,87 \cdot 1,14 \cdot 1,13 \cdot 1,0 \right) - (4,95 - 3,3) \cdot \frac{280}{1000} = 2662 \text{ грн}$$

Порівняємо два способи виготовлення заготовок – із прокату та заготовку виготовленою штампуванням на ГKM:

$$S_{п} = 2499 \text{ грн} < S_{ш} = 2662 \text{ грн}$$

Річна економія одного методу в порівнянні з іншим:

$$E = (2662 - 2499) \cdot 2000 = 326\,000 \text{ грн}$$

Приймаємо заготовку, яка одержана методом проката.

Визначимо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{М}^{пр} = \frac{3,3}{3,9 \cdot 0,198} = 0,001 < 0,64$$

Де 0,64 – Рівень ЕСТП.

										Арк.
										24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Для одного з точних діаметральних розмірів деталі $\varnothing 15h6$ проведемо розрахунок припусків розрахунково-аналітичним методом.

Таблиця 6.1 – Маршрут обробки поверхні

Стадія обробки	Квалітет	Допуск	Ra мкм	Елементи припуску (мкм)			
				Rz	ρ	T(h)	Σy
1.Заготовки		$\begin{matrix} +1,0 \\ -0,5 \end{matrix}$	100	-	-	-	-
2.Чорнове точіння	h12	$\begin{matrix} 0 \\ -0,18 \end{matrix}$	50-6,3	80	362,5	100	70
3.Н/ч точіння	h11	$\begin{matrix} 0 \\ -0,11 \end{matrix}$	25-1,6	63	21,75	60	0
4.Чистове точіння	h8	$\begin{matrix} 0 \\ -0,027 \end{matrix}$	6,3-0,4	32	18,13	30	0
5. Шліфування	h6	$\begin{matrix} 0 \\ -0,011 \end{matrix}$	0,8	6,3	14,5	12	0

Згідно з таблицями-підказками програми «ПРИПУСК», просторові відхилення:

$$\rho_{\text{заг}} = K \cdot L \quad (6.1)$$

де $K=0,5$ – величина удельной кривизни проката, мкм/мм;

$L = 725$ – загальна довжина заготовки, мм;

Тоді:

$$\rho_{\text{заг}} = 0,5 \cdot 725 = 362,5 \text{ мкм}$$

Значення просторового відхилення форми на кожній операції розраховують по формулі:

$$\rho_i = \rho_{\text{заг}} \cdot K_y \quad (6.2)$$

					ТМ 20510142-00 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де, K_y - коефіцієнт уточнення (після чорнової обробки 0,06 мм, напівчистої – 0,05 мм, чистої – 0,04 мм).

$$\rho_{\text{чорн}} = 362,5 \cdot 0,06 = 21,75 \text{ (мкм)}$$

$$\rho_{\text{н/ч}} = 362,5 \cdot 0,05 = 18,13 \text{ (мкм)}$$

$$\rho_{\text{чист}} = 362,5 \cdot 0,04 = 14,5 \text{ (мкм)}$$

Визначасмо похибку установлення ε_y :

Чорнова - 70

Напівчистова - 0

Чистова - 0

Шліфувальна - 0

Роздрук результатів розрахунку на ЕОМ – див. додаток А.

Розмір вихідної заготовки для $\varnothing 15h6$:

номінальний розмір з відхиленнями: $18(+1,0)/(-0,5)$ мм;

$$d_{\text{max заг}} = 19,0 \text{ мм};$$

$$d_{\text{min заг}} = 17,5 \text{ мм}.$$

										Арк.
										27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Установ А

√ Ra 6,3

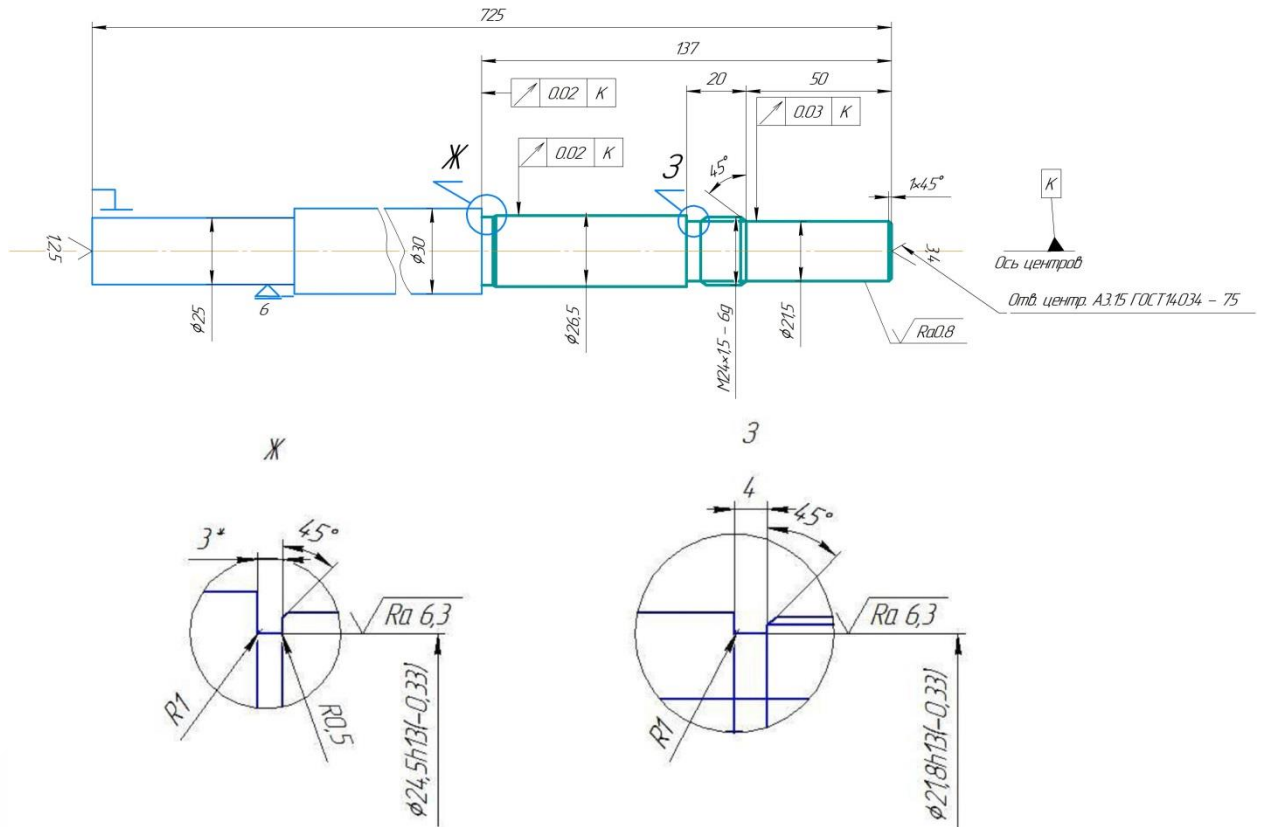


Рисунок 6. 1 – Схема базування та закріплення вала в установі А.



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТМ 20510142-00 ПЗ

Арк.

29

Установ Б

$\nabla Ra\ 6,3$

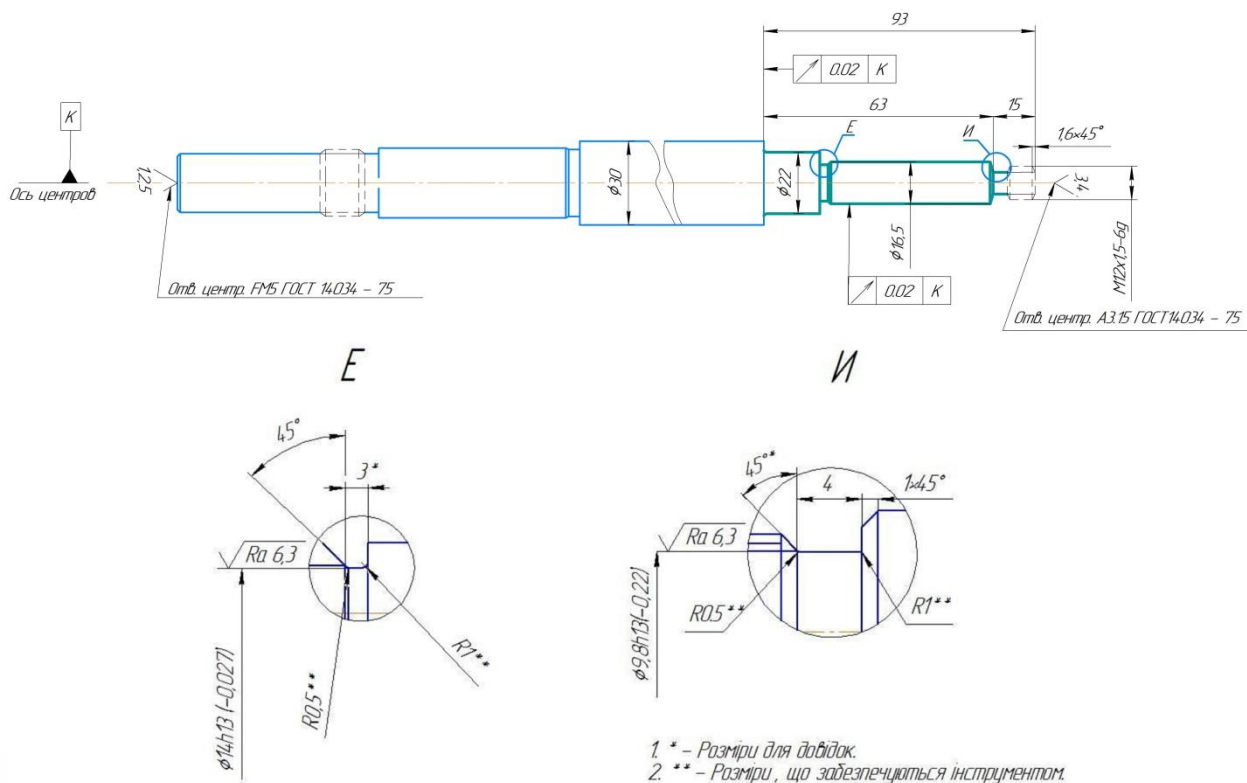


Рисунок 6. 2 – Схема базування та закріплення вала в установі Б.

На операції 065 «Шпонково-фрезерна» використовується верстат моделі 6Д92, N=3,42 кВт. Фрезеруються шпонкові пази згідно креслення деталі з переустановкою, витримуючи розміри :4N9,5N9.

Деталь базується та закріплюється в спеціальному пристосуванні по ГОСТ 15086-79 з прижимом циліндричної поверхні $\varnothing 30$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТМ 20510142-00 ПЗ

Арк.

30

Установ А

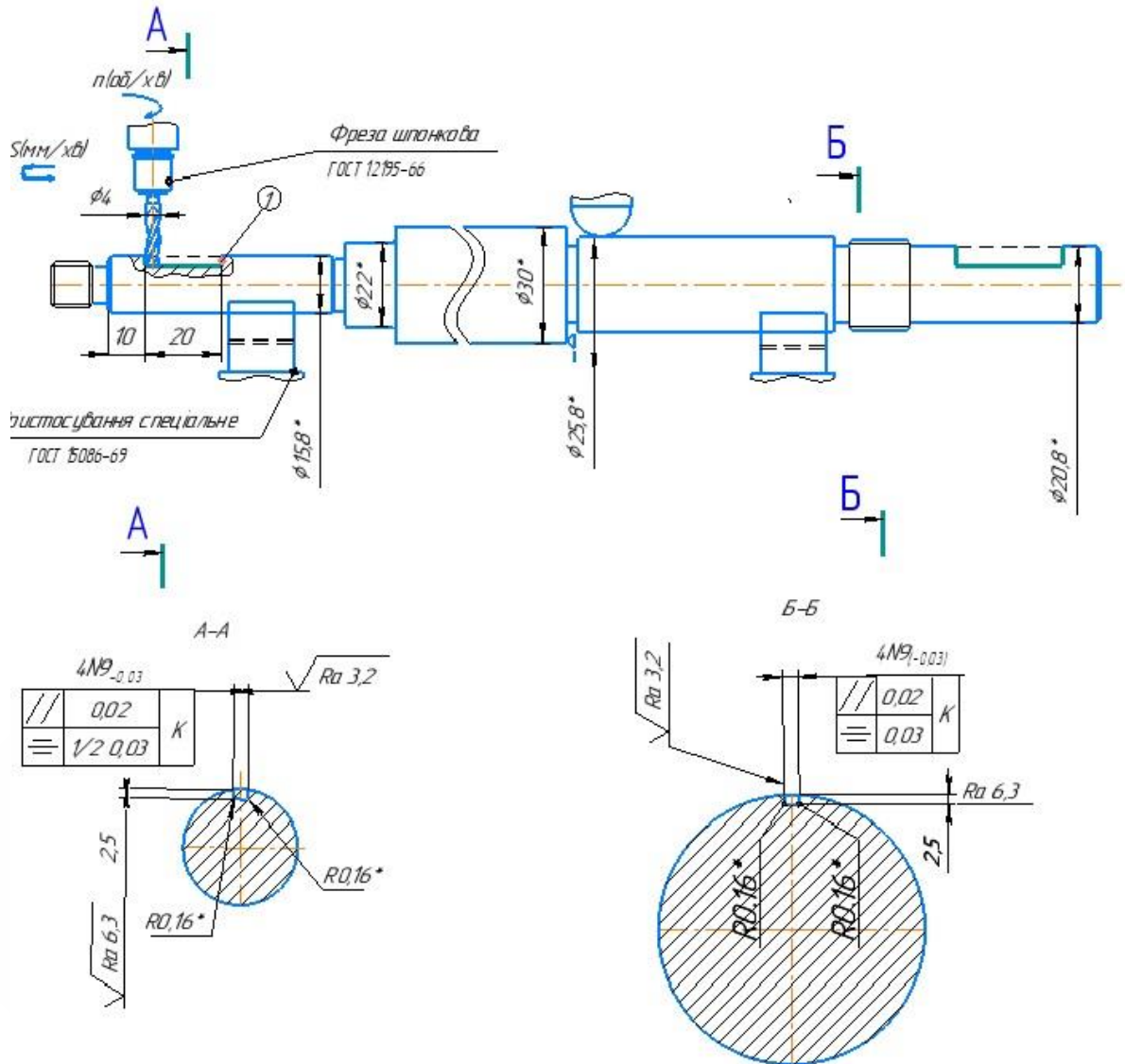


Рисунок 6.3 – Схема базування та закріплення вала на операції 065

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Установ Б

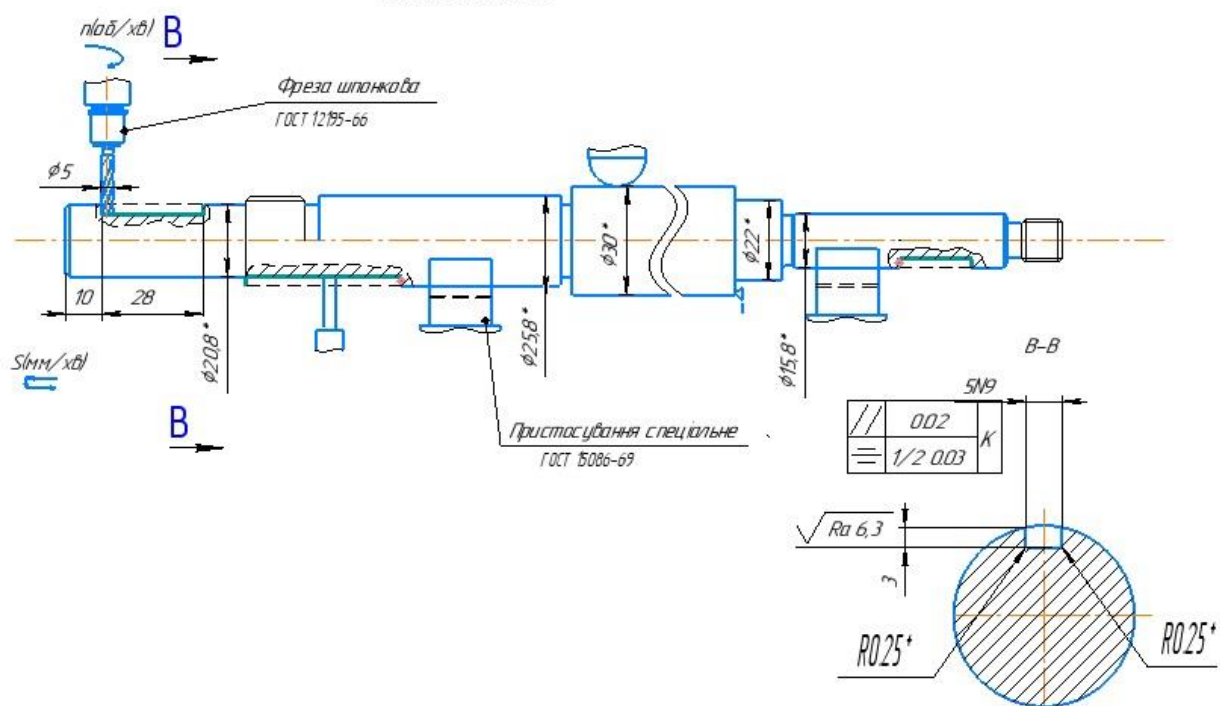
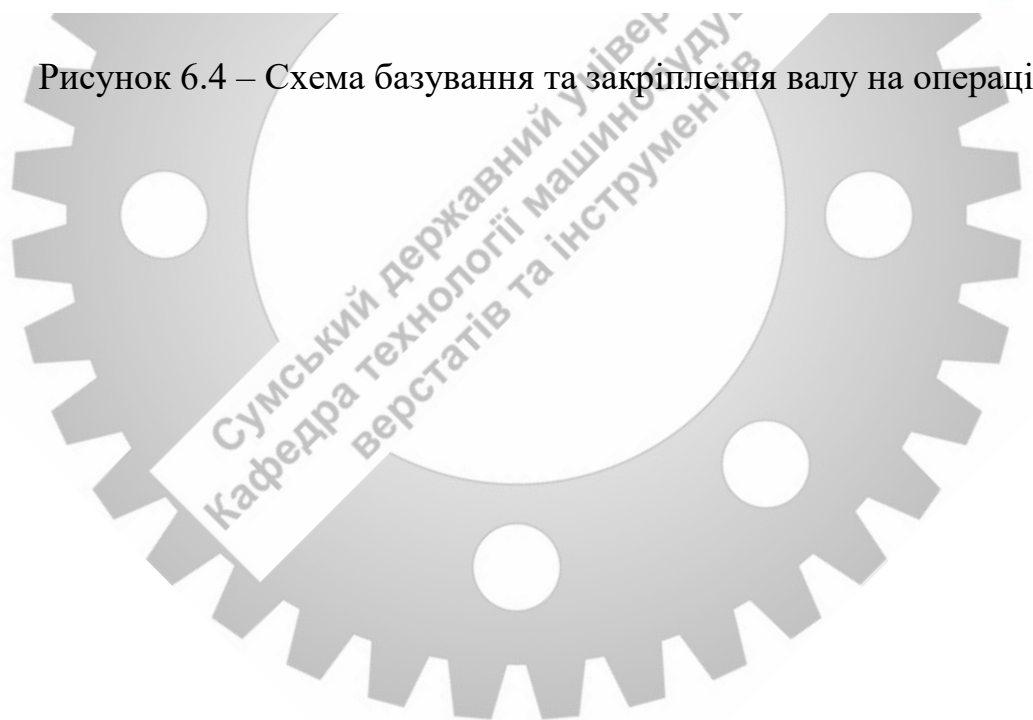


Рисунок 6.4 – Схема базування та закріплення валу на операції 065



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

6.3 ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МЕТАЛОРИЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ

Токарна обробка заготовок здійснюється на верстаті моделі HAAS TL-1. Технічна характеристика верстата моделі TL-1 наведена в таблиці 6.3.1.

Таблиця 6. 2 – Характеристика верстата TL-1

Параметри	Чисельні дані
Модель верстата	TL-1
Найбільший діаметр оброблюваної заготовки, мм :	
Над передньою стінкою	508
Над супортом	279
Найбільший діаметр прутка, що проходить через отвір шпинделю, мм :	58
Найбільша довжина обробленої заготовки, мм:	762
Частота обертання шпинделю, об/хв	0-3000
Кількість швидкостей шпинделю	18
Подача супорта, мм/хв	
- Повздовжня	11,4 м/хв
- Поперечна	11,4 м/хв
Кількість ступенів подач (регулювання без сходинок)	б/с
Потужність електричного двигуна головного привода, кВт	7,5

Для обробки шпонкового пазу пропонується верстат 6Д92. Конструкція стола та шпинделя верстата має підвищену жорсткість, що забезпечить точність розмірів заготовки при їх виготовленні на різних режимах різання.

										Арк.
										33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

6.5 РОЗРАХУНКИ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ

Операція 040 «Токарна з ЧПК»

Вихідні дані. Обробка виконується на верстаті TL-1, потужність верстата $N_B = 7,5$ кВт. Обробляється зовнішня циліндрична поверхня діаметром 21,5 (0;-0,013) мм до діаметру 20,8 мм, на довжину 50 мм, шорхністю $Ra = 6,3$ мкм.

1. Глибина різання t , мм [9,с.265]:

$$t = \frac{21,5 - 20,8}{2} = 0,35 \text{ мм}$$

Приймаємо $t = 0,5$ мм, кількість проходів $i = 2$.

2. Подача S , мм/об [9, таб.11, с. 256]

$$S = 0,4-0,5 \text{ мм/об.}$$

Приймаємо $S = 0,45$ мм/об (за паспортними даними верстата повздовжня та поперечна подачі змінюються без східчасто).

3. Швидкість V , м/хв [9, с. 256]

$$V = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} = \frac{350 \cdot 0,27}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,45^{0,35}} = 61,1 \text{ м/хв}$$

Де, $C_v = 350$, $x = 0,15$; $y = 0,35$; $m = 0,2$.

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{iv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} \cdot K_{PV} \cdot K_{iv} = 0,8 \cdot \left(\frac{750}{680}\right)^1 \cdot 0,9 \cdot 0,35 \approx 0,27,$$

Де $K_r = 0,8$; $n_v = 1$ [9, т. 2, с. 262]; $K_{PV} = 0,9$ [9, т. 5, с. 263]; $K_{iv} = 0,35$ [9, т. 5, с. 263]; $\sigma_B = 650$ МПа.

4. Визначаємо частоту обертання заготовки n , об/хв:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 61,1}{3,16 \cdot 20,8} = 929,5 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n_{\Pi} = 950$ об/хв, тоді

$$V_{\Phi} = \frac{\pi D n_{\Pi}}{1000} = \frac{3,16 \cdot 20,8 \cdot 950}{1000} = 62,44 \text{ об/хв}$$

										Арк.
										36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

5. Визначаємо потужність різання N_e , кВт

$$N_e = \frac{P_z \cdot V_\phi}{1020 \cdot 60} = \frac{304,8 \cdot 62,44}{1020 \cdot 60} = 0,31 \text{ кВт}$$

Порівняємо $N_e = 0,31 \text{ кВт} < N = N_b \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,85 = 6,3 \text{ кВт}$ – режим різання буде реалізований.

$$T_o = \frac{L_p \cdot i}{S \cdot n_{\text{п}}} = \frac{50,5 + 2}{0,45 \cdot 950} = 0,12 \text{ хв},$$

Де, $L_p = l_d + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 49 + 1,5 + 0 = 50,5 \text{ мм}$ – розрахункова довжина;

$l_d = 49 \text{ мм}$ – довжина обробленої поверхні;

$l_{\text{вр}} = 1,5 \text{ мм}$ – величина врізання інструменту;

$l_{\text{пер}} = 0 \text{ мм}$ – величина перебігу інструменту;

$i = 2$ – кількість проходів інструменту.

Операція 065«Шпонково-фрезерна»

Обробка виконується на верстаті моделі 6Д92, потужність верстата $N = 7 \text{ кВт}$. На першому переході фрезерується шпонковий паз 4N9(0;-0,03) мм, довжиною 20 мм, глибиною 2,5 мм. Різальний інструмент: фреза шпонкова $\varnothing 4$; $L = 50 \text{ мм}$, $l = 25 \text{ мм}$; кількість зубців $Z=2$; матеріал фрези швидкорізальна сталь Р6М5 по ГОСТ 19265-89. Обробка паза виконується за один хід інструменту.

1. Глибина різання $t = 2,5 \text{ мм}$; ширина фрезерування $B = 4 \text{ мм}$.
2. Подача на зуб при врізанні на глибину шпонкового пазу $S_z = 0,15 \text{ мм/зуб}$
3. Період стійкості шпонкової фрези $T = 80 \text{ хв}$.
4. Швидкість різання V визначається по формулі :

$$V = \frac{C_v \cdot D^q \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} = \frac{446 \cdot 4^{0,17} \cdot 0,78}{80^{0,33} \cdot 2,5^{0,38} \cdot 0,15^{0,28} \cdot 4^5 \cdot 2^{0,1}}$$
$$= 11,5 \text{ м /хв}$$

Де, $C_v = 446$, $q = 0,17$; $x = 0,38$; $y = 0,28$; $u = 5$; $p = 0,1$; $m = 0,33$.

										Арк.
										37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$K_v =$ - загальний поправний коефіцієнт для швидкості різання залежно від фактичних умов різання.

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{iV} \cdot K_{iV} = 1,092 \cdot 0,9 \cdot 0,8 = 0,78$$

Де, $K_{iV} = 0,8$ – коефіцієнт, що враховує стан поверхні;

$K_{iV} = 0,9$ – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту.

$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^n = 1 \cdot \left(\frac{750}{680}\right)^{0,9} = 1,092$ - коефіцієнт, що враховує фізико-механічні властивості матеріалу заготовки.

5. Частота обертання фрези n , об/хв:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 11,5}{3,14 \cdot 4} = 915 \text{ об/хв.}$$

Корегуємо оберти фрези за паспортними даними верстата і приймаємо $n_n = 900$ об/хв. Тоді фактична швидкість різання визначається:

$$V_\phi = \frac{\pi D n_n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 4 \cdot 900}{1000} = 11,3 \text{ м/хв.}$$

6. Визначимо хвилину подачу стола верстату:

$$S_m = S_z \cdot n \cdot Z = 0,15 \cdot 915 \cdot 2 = 270 \text{ мм/хв}$$

За паспортом верстата приймаємо цю подачу.

Тоді подача на зуб фрези визначиться за формулою:

$$S_z = \frac{S_m}{n_n \cdot Z} = \frac{270}{915 \cdot 2} = 0,15 \text{ мм/зуб}$$

7. Сила різання P_z = визначається за формулою:

$$P_z = \frac{10 C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z \cdot K_{Mp}}{D^q \cdot n^w}$$

$$= \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 2,5^{0,86} \cdot 0,15^{0,72} \cdot 4^1 \cdot 2 \cdot 0,97}{4^{0,86} \cdot 915^0} = 881 \text{ Н.}$$

Де, $C_p = 68,2$; $x = 0,86$; $y = 0,72$; $u = 1$; $q = 0,86$; $w = 0$

Визначаємо складові сили різання P_z :

$$P_h = (0,3 - 0,4) = 0,4 \cdot 881 = 352,4 \text{ Н}$$

$$P_v = P_z(0,85 - 0,95) = 0,95 \cdot 881 = 837 \text{ Н}$$

										Арк.
										38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$N_{\text{п}} = 138$ шт – партія запуску заготовок у виробництво;

$T_0 = 1,7$ – основний час на операцію.

Допоміжний час $T_{\text{д}}$ дорівнює:

$$T_{\text{д}} = 2,91 \text{ хв.}$$

Визначимо загальний час на обслуговування робочого місця і час на відпочинок, що становить $\Pi=7\%$ від оперативного часу $T_{\text{оп}}$:

$$T_{\text{об}} + T_{\text{від}} = 4,61 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{ш-к}} = \frac{14}{138} + 1,7 + 2,91 + 4,61 = 9,32 \text{ хв.}$$

Операція 065 «Шпонково-фрезерна».

Норма штучно-калькуляційного часу $T_{\text{ш-к}}$ операції визначається за формулою :

$$T_{\text{ш-к}} = \frac{T_{\text{пз}}}{N_{\text{п}}} + T_0 + T_{\text{д}} + T_{\text{об}} + T_{\text{від}};$$

Де $T_{\text{п-з}} = 22$ хв – підготовчо-завершальний час. Складається з налагодження верстата і установлення пристрою із закріпленням його чотирма болтами – 16 хв; установлення фрези – 1 хв; одержання інструментів і пристрою до початку роботи та їх віддання після обробки заготовок – 5 хв.

$$T_{\text{п-з}} = 16 + 5 + 1 = 22 \text{ хв.}$$

$N_{\text{п}} = 138$ шт – партія запуску заготовок у виробництво;

$T_0 = 1,14$ – основний час на операцію.

$T_{\text{д}} = 4,82$ хв – допоміжний час на операцію.

$T_{\text{об}} + T_{\text{від}}$ – час на обслуговування робочого місця і відпочинку;

Цей час визначається як 7% від оперативного часу і визначається за формулою:

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_{\text{д}} = 1,14 + 4,82 = 5,96 \text{ хв.}$$

Тоді сумарний час на обслуговування робочого місця і відпочинку становить :

$$T_{\text{об}} + T_{\text{від}} = 5,96 \cdot 7\% = 0,41 \text{ хв.}$$

										Арк.
										40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Норма штучно-калькуляційного часу $T_{ш-к}$ на операції визначається:

$$T_{ш-к} = \frac{22}{138} + 1,14 + 4,82 + 0,41 = 6,52 \text{ хв.}$$



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТМ 20510142-00 ПЗ

Арк.

41

7.2 ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКІСНИХ І ЯКІСНИХ ДАНИХ ПОВЕРХОНЬ ЗАГОТОВКИ, ЯКА НАДХОДИТЬ НА ОПЕРАЦІЮ. АНАЛІЗ ТОЧНОСТІ ПОВЕРХОНЬ, ЯКІ МОЖУТЬ БУТИ БАЗОВИМИ.

На початковому етапі розроблення схеми базування проводимо аналіз точності поверхонь, що претендують на роль базових. Для кількісної оцінки параметрів поверхонь, які можуть виступати в ролі базових, проводимо аналіз точності їхніх розмірів, точності форми, точності розташування та шорсткості. Оскільки для обробки «Вала» застосовуємо базування в опорних призмах з упором в торець, то базовими поверхнями можуть виступати поверхні $\varnothing 25$, $\varnothing 30$ та лівий торець L93.

Точність розмірів

Знаходимо допуски на вище зазначені розміри:

$$T_{\varnothing 25} = 1400 \text{ мкм};$$

$$T_{\varnothing 30} = 1600 \text{ мкм};$$

$$T_{93} = 360 \text{ мкм};$$

$$T_{93} = 360 \text{ мкм};$$

Це означає, що діаметри базових розмірів виконані з параметрами: $\varnothing 25(-0,5 +0,9)$, $\varnothing 30(-0,5 +1,1)$, L93($\pm 0,175$).

Точність форми

Похибка форми циліндричної поверхні $\varnothing 25$ характеризується відхиленням від круглості та циліндричності. Так як допуск циліндричності та круглості не вказано в технічних вимогах і на кресленні деталі, то він може бути встановлений у межах допуску на розмір: $T_{\varnothing 25} = 0,3 \cdot 1400 = 420 \text{ мкм}$

Беремо найближче стандартне значення допуску циліндричності та круглості. $T_{\varnothing 25} = 520 \text{ мкм}$, що відповідає 14 ступеню точності. Похибка форми циліндричної поверхні $\varnothing 30$, також характеризується відхиленням від круглості та циліндричності.

									Арк.
									43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

7.4 РОЗРАХУНОК СИЛ ЗАКРІПЛЕННЯ

Аналіз структури полів збурюючих сил

Для визначення взаємного впливу поля збурюючих сил та поля зрівноважуючи сил будуюмо графічну модель збурюючих сил (рисунок 8.1) взаємозв'язку з прийнятою схемою базування.

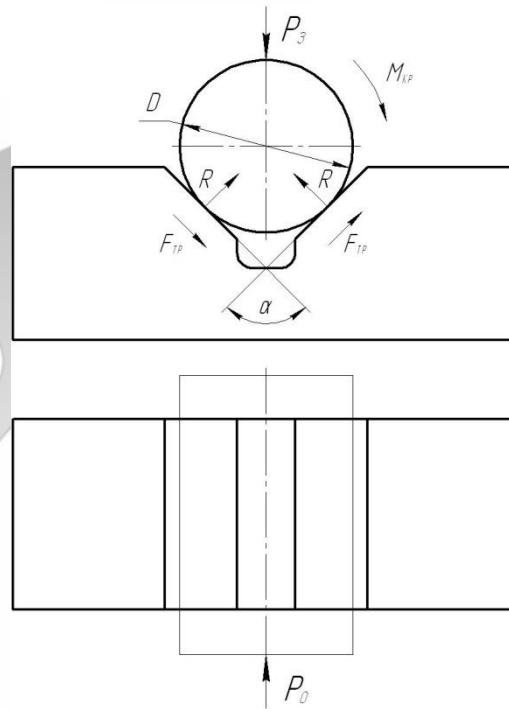


Рисунок 7.3 – Структура поля збурюючих сил

Аналіз структури полів зрівноважувальних сил

З рисунку 7.4.1 бачимо, що складова R_x' поля збурюючих сил врівноважується реакцією R_x' ($R_x' = R_x'$). Інші складові поля збурюючих сил не врівноважені та потребують прикладання додаткових сил закріплення. При даній схемі базування доцільно застосовувати дві пневмокамери, які створюють поле зрівноважувальних сил, що й представлено на рисунку 7.4.

					ТМ 20510142-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

де K_0 - коефіцієнт гарантованого запасу $K_0 = 1,5$;

K_1 - враховує збільшення сили різання за наявності випадкових нерівностей на оброблюваних поверхнях, для чорнової обробки беремо $K_1 = 1,2$;

K_2 - характеризує збільшення сил різання інструменту, для фрезерування торцевою фрезою заготовки та з урахуванням тангенціальної складової сили різання $K_2 = 1,6$;

K_3 - враховує збільшення сил різання при переривчастому різанні, для торцевого фрезерування $K_3 = 1,2$;

K_4 - характеризує постійність сили закріплення, для пневмокамери односторонньої дії беремо $K_4 = 1,3$;

K_5 - характеризує ергономіку затискних механізмів, при використанні механізованого приводу закріплення беремо $K_5 = 1$;

K_6 - враховує наявність моменту який намагається повернути заготовку встановлену на плоскі постійні опори, за відсутності моменту $K_6 = 1$.

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,6 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1 = 4,49.$$

В такому разі маємо :

$$W = \frac{2 \cdot 4,49 \cdot 11,5}{0,030 \left(\frac{0,2 + 0,2}{\sin 45} \right)} = 7141 \text{ Н.}$$

7.5 Точнісні розрахунки пристрою

До розрахункових параметрів, котрі в більшій мірі вплинуть на досягнення заданих допусків оброблюваних поверхонь заготовки, буде відхилення від співвісності розташування осей призм. Цей параметр є однорідним з похибкою, обумовленою в деталі як взаємне розташування поверхонь, а саме допуском на відхилення від співвісності осей центрових отворів. Технологічний процес виготовлення деталі не регламентує допуск співвісності центральних отворів, оброблюваних на аналізованій фрезерно-центрувальній операції.

										Арк.
										50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Визначимо його величину залежно від допуску на діаметр центрального отвору:

$$T_{\perp} = 0,3 \cdot T_{\varnothing 3,15} = 0,3 \cdot 0,3 = 0,09 \text{ мм.}$$

Визначимо допустиму похибку виготовлення верстатного пристрою за формулою:

$$E_{np} = T_{\perp} - K_m \sqrt{(K_{m1} \cdot \varepsilon_{\sigma})^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_{zn}^2 + (K_{m2} \cdot \omega)^2 + \varepsilon_{noz}^2}, \quad (7.2)$$

Де $kT=1,2$ мкм - коефіцієнт який враховує можливе відхилення значень складових величин рівняння від нормального закону розподілу.

$k1$ - коефіцієнт враховуючий зменшення граничного значення похибки базування при роботі на верстаті: $k1=1,2$ мкм.

E_b = похибка базування: $E_b = 0$ мкм.

E_z = похибка закріплення: $E_z = 0$ мкм.

E_y = похибка установки оснащення на верстаті.: $E_y = 0$ мкм.

E_n = похибка перекоосу оснащення на верстаті.: $E_n = 0$ мкм

E_{zn} = похибка зносу установчих елементів оснащення: $E_{zn} = 0$ мкм.

E_{noz} = похибка позиційна.: $E_{noz} = 5$ мкм.

$k2$ = коефіцієнт який враховує можливість похибки при обробці:

$k2 = 0,6$.

ω - середня економічна точність обробки = 5 мкм.

$$E_{np} = 90 - 1,2 \cdot \sqrt{(0,6 \cdot 0,5)^2 + 5^2} = 83 \text{ мкм.}$$

Беремо найближче стандартне значення похибки взаємного розташування поверхонь 80 мкм.

7.6 Опис пристрою і принципу його роботи

Опис та принцип дії пристрою

Базовою деталлю верстатного пристрою є плита поз. 1, на якій встановлюють дві призми поз. 19 та 23, які реалізують подвійну направляючу та опорну базу під час базування заготовки.

В лівій та правій частинах плити позиція 1, розташовані пневмокамери

										Арк.
										51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ВИСНОВКИ

1. Виконаний аналіз службового призначення машини для напівзанурювальних насосів типу ХПВ 2.25. Проаналізовані технічні вимоги деталі на її виготовлення.

2. За коефіцієнтом розроблення операцій визначений тип виробництва – середньосерійний та тип його організації – групова.

3. Виконаний аналіз технологічності конструкції вала за його кількісними і якісними показниками. Конструкція деталі за окремими її елементами визнана технологічною.

4. Запропонований спосіб одержання заготовки – сортовий прокат та розроблені технічні вимоги на її виготовлення.

5. Виконаний аналіз існуючого технологічного процесу і запропоновані нововведення для його удосконалення. Розрахунково – аналітичним методом визначені припуски і допуски на обробку зовнішньої поверхні $\varnothing 15h6$. Обґрунтовані схеми базування і закріплення заготовки для двох операцій – 040 «Токарна з ЧПК» та 065 «Шпонково-фрезерна». Для наведених операцій вибрані моделі верстатів, технологічне оснащення, різальний та вимірювальний інструмент. На операції 040 та 065 розраховані режими різання та норми часу.

6. На операцію 020 «Фрезерно - центрувальна» спроектований спеціальний верстатний пристрій для швидкого і точного встановлення заготовки на стіл верстата.

7. У розділі «Охорона праці і техніка безпеки в надзвичайних ситуаціях» працюючі робітники ознайомлені із правилами по наданню первинної допомоги при ураженні її електричним струмом.

8. Для запропонованого технологічного процесу виготовлення вала розроблена технологічна документація (карти КТП).

					ТМ 20510142-00 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

11. Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування. У 2 ч. – Ч.2. Приклади оформлення технологічної документації/укладачі: В.Г. Євтухов, В.О. Іванов. – Суми: Сумський державний університет, 2011. – 59 с.

12. ГОСТ 3.1702-79. ЕСТД. Правила записи операцій и переходов. Обработка резанием. – Москва: Издательство стандартов, 1982. – 32 с.



										Арк.
										55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТМ 20510142-00 ПЗ

Арк.

56