

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії транспорту та архітектури

Кафедра технології машинобудування

ДИПЛОМНА РОБОТА

Технологія виготовлення деталі «Вал 5В.17.008» з використанням
Назва теми

верстатів з ЧПК

Рівень вищої освіти перший (бакалавр)

Галузь знань 13 механічна інженерія
Шифр і назва галузі знань

Спеціальність 131 прикладна механіка
Шифр і назва спеціальності
Назва

Освітня програма «технології машинобудування»
Назва

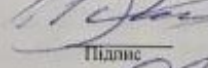
Шифр ДРБ.ФІТА.ПМ.23.05.ПЗ

Виконав студент 4 курсу група ПМТс-20-2
Шифр



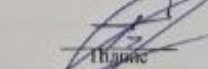
Віталій ГОЛУБ
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник канд. техн. наук, доцент
Науковий ступінь, звання



Микола КОСПОК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер канд. техн. наук, доцент



Сергій БИСЬ
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:

Завідувач кафедри технології машинобудування
Назва



Віталій ТКАЧУК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Дата «28» 06 2023

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ

Направляється студент Голуб Віталій Валерійович на захист дипломного проєкту (роботи)

(прізвище, ім'я, по батькові)

за спеціальністю 131 - Прикладна механіка

На тему: Технологія виготовлення деталі "Вал 5В.17.008" з використанням верстатів з ЧПК

Дипломний проєкт (робота), рецензія і довідка про перевірку на плагіат додаються.

Декан факультету

(підпис)

ВІКТОР ОЛЕКСАНДРОВИЧ

(ім'я, прізвище)

ДОВІДКА УСПІШНОСТІ

Голуб В. В. за період навчання на факультеті інженерії, транспорту та архітектури з 2020 по 2023 роки повністю виконав навчальний план спеціальності з таким розподілом оцінок за національною шкалою: відмінно 3,12 %, добре 12,50 %, задовільно 84,38 %. шкалою ЄКТС: А 2,70 %, В 2,70 %, С 10,81 %, D 13,51 %, E 70,27 %.

Методист факультету

(підпис)

(ім'я, прізвище)

ВИСНОВОК КЕРІВНИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ (РОБОТИ) ТА ОБГРУНТУВАННЯ ОЦІНКИ

Студент Голуб В. В. виконав кваліфікаційну роботу багатоваріантну у вигляді проекту до заготовки з дотриманням і задоволенням технічних вимог окремих елементів роботи

Для виконання роботи зробив задовільний зусилля та виділив відповідні кошти на матеріали та технологічне обладнання

Оцінка дипломного проєкту (роботи) робота виконана на оцінку задовільно

Керівник дипломного проєкту

(підпис)

(ім'я, прізвище)

"26" грудня 2023 р.

ВИСНОВОК КАФЕДРИ ПРО ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ)

Дипломний проєкт (роботу) розглянуто. Студент Голуб В. В. допускається до захисту цього проєкту (роботи) в екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри

технології машинобудування

(назва)

Віталій ТКАЧУК

(підпис, ім'я, прізвище)

"27" вересня 2023 р.

РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ ПО КАФЕДРИ ТЕХНОЛОГІЇ
МАШИНОБУДУВАННЯ

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: «Технологія виготовлення деталі «Вал 5В.17.008» з використанням верстатів з ЧПК».

Автор: В.В. Голуб Віталій Валерійович

Спеціальність: 131 Прикладна механіка

Освітня програма: Прикладна механіка

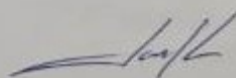
Науковий керівник: Косіюк М.М.

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Текст вважається оригінальним та не потребує додаткових дій щодо запобігання неправомірним запозиченням. Є співпадання із титульним листом, завданням, змістом, списком використаних джерел. Також є співпадання із технічними термінами при застосуванні стандартних методик розрахунків, що не є плагіатом. Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділі охорони праці, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту.	Рівень унікальності тексту високий

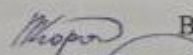
Підтвердження:

завідувач кафедри



Віталій ТКАЧУК

гарант освітньої програми



Віталій КАРАЗЕЙ

керівник кваліфікаційної роботи



Микола КОСПЮК

Дата

Підписи

Завідувачу кафедри
Технології машинобудування
Ткачуку В.П.
здобувача вищої освіти
студента Голуба В.В.
факультету інженерії, транспорту та
архітектури, гр. ПМТс-20-2

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений. Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщений та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

дата



підпис

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломну бакалаврську роботу Голуба В. В. «Технологія виготовлення деталі «Вал 5В.17.008» з використанням верстатів з ЧПК»

Тема дипломної роботи Голуба В. В. є інженерно цікавою і актуальною для сучасного виробництва. Робота скерована на розроблення технології виготовлення деталі Вал із застосуванням верстатів з ЧПК, а саме верстат 16K20ф3.

Автором в роботі вирішені наступні задачі: запропоновано новий технологічний процес виготовлення деталі Вал, спроектовано фрезерний верстатний пристрій, та контрольний пристрій калібр-скобу для забезпечення операції контролю відповідальної поверхні деталі.

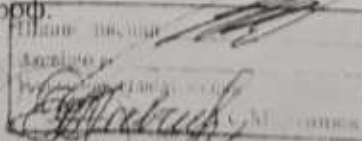
Графічна частина виконана на доброму рівні. Креслення та пояснювальна записка відповідають вимогам ДСТУ.

В розділі охорони праці розглянуті основні заходи пожежної профілактики на об'єктах.

Виходячи з результатів, які містяться в дипломній бакалаврській роботі та виконанні її на високому технічному рівні, робота рекомендується до захисту та заслуговує оцінки добре, а здобувач Голуб В. В. заслуговує присудження ступеня бакалавра за спеціальністю 131 - Прикладна механіка

Професор кафедри «Трибології
автомобілів та матеріалознавства»
Хмельницького національного
університету д.т.н., проф.

Підпис Дихи О.В.
Засвідчую
Начальник відділу кадрів ХНУ



Диха О.В.

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
1			Документація загальна		
2					
3					
4	A4	ДРБ.ПМ.ФІТА.23.00.00 ПЗ	Розрахунково-пояснювальна записка	58	
5	A2	ДРБ.ПМ.ФІТА.23.01.00.02	Креслення заготовки	1	
6	A2	ДРБ.ПМ.ФІТА.23.01.00.01	Креслення деталі	1	
7	A1	ДРБ.ПМ.ФІТА.23.02.00.03	Карта наладки	1	
8	A1	ДРБ.ПМ.ФІТА.23.02.00.02	Графотехнологія	1	
9	A1	ДРБ.ПМ.ФІТА.23.03.00.01СК	Пристрій для фрезерування	1	
10	A2	ДРБ.ПМ.ФІТА.23.03.00.02 СК	Пристрій контрольний	1	
11	A4		Завдання на ДП	1	
12	A4		Реферат	1	

					ДРБ.ПМ.ФІТА.23.00.00.ВР		
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив.		Голуб			Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив		Косіюк				4	
Н. Контр.		Бись			ХНУ-ПМТс-20-2		
Затвердив		Ткачук					
Відомість роботи							

Реферат

Тема проекту: «Технологія виготовлення деталі «Вал 5В.17.008»
з використанням верстатів з ЧПК»

Автор: В. В. Голуб. Керівник роботи : М. М. Косіюк

Об'єм пояснювальної записки. 58 стор. Графічна частина 4.5 листів А1.

В загальному розділі виконано аналіз технологічності деталі, вибрано тип виробництва.

В технологічному розділі виконано розрахунки собівартості заготовки, визначено припуски, режими різання, норми часу.

В конструкторському розділі виконано розрахунки пристрою для обробки, шпонкових пазів, контрольно-вимірювального пристрою.

В розділі охорони праці приведено дані по основних заходах пожежної профілактики на об'єктах.

В додатках приведено технологічний процес виготовлення деталі «Вал», специфікації, керуюча програма на верстат з ЧПК.

Автор роботи: В. В. Голуб.

2023 р.

/Підпис/

Дата

ЗМІСТ

	Вступ.....	8
1	Загальний розділ	10
1.1	Стан питання та визначення задач дипломного проектування.....	10
1.2	Аналіз об'єкту виробництва. Призначення та конструкція деталі.....	10
1.3	Аналіз технологічності конструкції деталі.....	13
1.4	Визначення типу і організаційної форми виробництва...	15
2	Технологічний розділ	17
2.1	Вибір заготовки і обґрунтування методу її отримання....	17
2.2	Вибір технологічних баз.....	19
2.3	Встановлення планів обробки поверхонь деталі.....	20
2.4	Вибір варіанта технологічного маршруту та його техніко-економічне обґрунтувань.....	20
2.5	Розрахунок припусків.....	22
2.5.1	Розрахунок припуску на обробку Ø25k6	22
2.6	Розробка технологічних операцій механічної обробки	27
2.7	Призначення режимів різання	29
2.8	Вибір режимів різання на інші операції (переходи) по таблицям нормативів.....	32
2.9	Технічне нормування операцій.....	34

					ДРБ.ПМ.ФІТА.23.00.00.ПЗ		
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	«Технологія виготовлення деталі «Вал 5В.17.008» з використанням верстатів з ЧПК» (Пояснювальна записка)		
Розробив.	Голуб						
Перевірив	Косіюк						
Н. Контр.	Бись				ХНУ-ПМТс-20-2		
Затвердив	Ткачук						

2.10	Оформлення технологічної документації.....	37
3	Конструкторський розділ.....	38
3.1	Проектування верстатного пристрою для фрезерування шпонкових пазів.....	38
3.1.1	Вибір схеми базування та закріплення деталі.....	38
3.1.2	Вибір установочних елементів пристрою.....	38
3.1.3	Розрахунок точності обробки.....	38
3.1.4	Розрахунок сили закріплення деталі.....	40
3.1.5	Розрахунок силового приводу пристрою.....	41
3.1.6	Розрахунок деталей пристрою на міцність.....	42
3.1.7	Опис роботи пристрою.....	43
3.2	Проектування контрольного пристрою.....	44
4	Охорона праці.....	47
4.1	Аналіз технологічного процесу з точки зору охорони праці	47
4.2	Вибір схеми проектування заземлення.....	50
4.3	Розрахунок заземлення.....	52
5	Висновки.....	56
6	Список використаних джерел.....	57
	Додатки.....	

Вступ

В наш час дуже важко вийти, на високий рівень виробництва. Для того, щоб виготовляти високоякісну продукцію, яка могла б бути конкурентною не тільки на території України, а й далеко за її межами потрібно прикласти чи мало зусиль. Високий рівень виробництва та якість продукції, що випускається багато в чому залежить від застосування технічного прогресу. Технічний прогрес не стоїть на місці відповідно вимоги замовника тої чи іншої продукції також значно підвищуються.

Науково – технічний прогрес в машинобудуванні в значній мірі визначають розвиток та вдосконалення всього народного господарства країни. Одними із найголовніших умов прискорення науково – технічного прогресу являються зростання інтенсифікації праці, підвищення ефективності виробництва та покращення якості продукції.

Вдосконалення технологічних методів виготовлення машин має при цьому першочергове значення. Якість машин, надійність, довговічність та економічність при експлуатації залежать не тільки від покращення її конструкції, але й від технології виробництва. Застосування прогресивних високоефективних методів обробки, які забезпечують високу точність та якість поверхонь деталей машин, методів зміцнення робочих поверхонь, які підвищують ресурс роботи деталей та машин в цілому, ефективне використання сучасних автоматичних та поточних ліній, верстатів із ЧПУ, ЕОМ, застосування прогресивних форм організації та економіки виробничих процесів – усе це направлене на рішення головних задач: підвищення ефективності виробництва та якості продукції.

При виконанні проектування технологічних процесів виготовлення деталей машин необхідно враховувати основні напрямки у сучасній технології машинобудування.

1. Наближення заготовок по формі, розмірам та якості поверхонь до готових деталей, що дає можливість вкоротити розхід металу, значно знизити прцеємкість обробки деталей на металорізальних верстатах, а також зменшити витрати на різальні інструменти, електроенергію та інше.

2. Зниження працеемкості шляхом застосування: автоматичних ліній, автоматів, агрегатних верстатів, багатоінструментальних напівавтоматів, верстатів з ЧПК та інше.

3. Концентрація кількох різних операцій на одному верстаті для одночасного або послідовної обробки великою кількістю інструментів з високими режимами різання та автоматизацією допоміжних прийомів.

4. Застосування електрохімічних та електрофізичних способів розмірної обробки деталей. До них відносяться електроіскрова, електроконтактна, електроімпульсна, ультразвукова та різні електроабразивні методи обробки.

5. Розвиток технологій зміцнення поверхні, тобто підвищення експлуатаційних властивостей деталей шляхом зміцнення поверхневого шару механічними, термічними, термомеханічними, хіміко-термічними методами.

6. Досягнення більш прогресивними методами обробки високої точності розмірів та форми деталей, якості поверхонь, точності спряжень, які забезпечували б надійність та довговічність деталей машин.

1 Загальний розділ

1.1 Стан питання та визначення задач дипломного проектування

«Дипломна бакалаврська робота відповідно до загальноосвітньої програми підготовки бакалаврів за Галуззю знань – 13 Механічна інженерія, Спеціальністю – 131 Прикладна механіка являє собою самостійну та логічно завершену роботу на здобуття ступеня бакалавра, галузі технології машинобудування.

Основні завдання при виконанні дипломної роботи бакалавра:

- запропонувати вдосконалений технологічний процес оброблення деталі із застосуванням сучасного обладнання – верстатів з ЧПК;
- провести раціональний вибір методу отримання заготовки;
- провести розрахунки та вибір припусків;
- розрахувати та вибрати різальний інструмент і режими різання;
- провести нормування технологічних операцій механічної обробки;
- спроектувати та провести розрахунки верстатного та контрольного пристрою;
- виконати необхідні графічні матеріали та оформити технологічну документацію;

навести з точки зору охорони праці необхідні вимоги до безпечної роботи при виконанні технологічного процесу, протипожежної безпеки, безпечним умовам роботи підприємств машинобудівного комплексу» [16].

1.2 Аналіз об'єкту виробництва. Призначення та конструкція деталі

Провівши аналіз креслення, можна з впевненістю сказати, що:

- Креслення містить усі відомості про деталь - необхідні перерізи, проекції, види, що дають повну уяву про конструкцію деталі;

- На кресленні проставлено усі необхідні розміри, розмірні ланцюги зберігають розмірну визначеність, існує взаємозв'язок між обробленими та необробленими поверхнями, вказано точність розмірів;

- Вказано базову поверхню і вимоги по точності форми та взаємного розташування поверхонь відносно бази;

- Проставлено усі необхідні параметри шорсткості на поверхнях, що обробляються, самі параметри визначені вірно для кожного виду обробки;

- Технічні вимоги містять необхідну інформацію про твердість деталі, тобто вид термообробки, деякі не вказані розміри та відхилення.

Конструкція деталі та матеріал дозволяють отримати заготовку з круглого прокату. Основні поверхні деталі підлягають токарному точінні, шпонкові пази виготовляються фрезеруванням та поверхні під підшипники обробляються круглим шліфуванням.

В залежності від службового призначення всі поверхні деталі поділяються на основні, допоміжні, виконавчі та вільні.

Під основними розуміють поверхні, за допомогою яких визначають положення даної деталі у виробі. В даної деталі це поверхні А і Б (рис. 1.1).

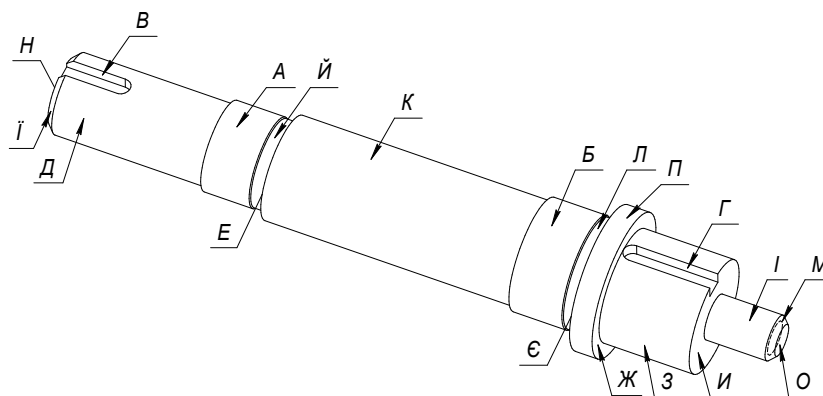


Рисунок 1.1 – Позначення поверхонь деталі вал 5В.17.008

Допоміжними називають поверхні деталі, які визначають положення всіх приєднуємих деталей відносно даної. Це поверхні Д, Е, Є, Ж, З, И, І.

Виконавчі поверхні - поверхні, які виконують службове призначення. На рисунку 1.1 це поверхні В, Г.

Вільними поверхнями вважаються ті поверхні, які не контактують з поверхнями інших деталей. Це поверхні Ї, Й, К, Л, М, Н, О, П.

В основному всі конструктивні елементи деталі вал і її поверхні, являються стандартними і уніфікованими, тому по даному показникові вал є технологічним.

Конструкція деталі типу «Вал» є технологічною, так як вона містить лише найпростіші поверхні, які виготовляються лише стандартними інструментами по типових технологічних схемах.

Деталь містить кілька ступенів, які за своїми діаметральними розмірами особливо не відрізняються. Даний момент дає змогу зменшити величину відходу матеріалу в процесі механічної обробки різанням. Елементи деталі такі як шпонкові пази, канавки, різьба, торцеві отвори є необхідними, так як виконують технологічні функції.

Деталь «Вал» по конструкції має циліндричну форму з різьбовим закінченнями на лівому кінці та слугує для передачі крутного моменту від електродвигуна на привод натяжного пристрою ланцюгового транспортера.

Матеріалом для виготовлення деталі являється конструкційна Сталь 45 ДСТУ 7809:2015, яка є широкодоступним конструкційним матеріалом, і здатна задовольнити вимоги поставлені до деталі.

Головною базою в деталі є її вісь обертання, яка за допомогою центрових отворів широко використовується при обробці деталі, а також для її контролю. Допоміжними базами є зовнішні циліндричні поверхні та торці деталі. Торці також є конструктивними базами. При виготовленні деталі широко можна використовувати типові та стандартні технологічні процеси, а також

застосовувати при обробці деталі універсальне обладнання, що значно збільшує можливість її виготовлення.

Таблиця 1.1 Хімічний склад та механічні властивості сталі 45

C , %	Si , %	Mn , %	Не більше		Ni , %	Cr , %
			S , %	P , %		
0.4 ...0.5	0.17...0.37	0.5...0.8	0.045	0.045	0.3	0.3
σ_T , МПа	$\sigma_{ТИМ}$, МПа	δ_5 , %	ψ , %	КСИ, Дж/см ²	НВ Гаряч.	Не більше Відпал
не менше						
360	610	16	40	50	241	197

1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі

1) Проводимо конструкторський аналіз, результати заносимо в таблицю 1.2.

Таблиця 1.2 - Результати конструкторського аналізу

Найменування поверхні	Кількість поверхонь	Кількість уніф. елем.	Квалітет точності	Параметр шорсткості
1	2	3	4	5
Зовнішня поверхня	1	1	6	1,6
Зовнішня поверхня	1	1	6	1,25
Зовнішня поверхня	1	1	6	1,25
Зовнішня поверхня	1	1	7	1,6
Зовнішня поверхня	1	1	14	6,3
Зовнішня поверхня	1	1	6	3,2
Фаска 1,5h45°	2	2	14	6,3
Центровий отвір	2	2	7	6,3
Торець Н, О	2	2	14	6,3
Шпонковий паз В, Г	2	2	14	6,3
Поверхні Є і Ж	2	-	14	6,3
Канавки Й та Л	2	2	14	6,3
Всього	19	17		

2) Визначення коефіцієнта уніфікації [4]:

$$K_{y.e.} = Q_{y.e.}/Q_e \quad (1.1)$$

де $Q_{y.e.}$ - кількість уніфікованих елементів деталі, $Q_{y.e.} = 19$;

Q_e - загальна кількість елементів деталі, $Q_e = 17$.

$$K_{y.e.} = 17/19 = 0,89.$$

По цьому показнику деталь технологічна, так як $K_{y.e.} > 0,6$.

3) Визначення коефіцієнта точності обробки K_T :

$$K_T = 1 - 1/A_{cp} \quad (1.2)$$

де A_{cp} - середня точність обробки.

$$A_{cp} = (n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots + 19n_{19})/\sum n_i \quad [4] \quad (1.3)$$

де n_i - число поверхонь деталі відповідно 1...19 квалітетам точності.

$$A_{cp} = (6\hat{h}4 + 7\hat{h}3 + 14\hat{h}12)/19 = 11,21$$

$$K_T = 1 - 1/11,21 = 0,91$$

По цьому показнику деталь технологічна, так як $K_T > 0,8$.

4) Визначення коефіцієнта шорсткості обробки $K_{ш}$:

$$K_{ш} = 1/B_{cp} \quad (1.4)$$

де B_{cp} - середня шорсткість обробки в параметрі R_a , мкм.

$$B_{cp} = (0,01n_1 + 0,02n_2 + \dots + 40n_{13} + 80n_{14})/\sum n_i \quad (1.5)$$

де n_i - число поверхонь деталі відповідно 1...14 класам шорсткості.

$$B_{cp} = (1,25 \times 2 + 1,6 \hat{h}2 + 3,2 \hat{h}1 + 6,3 \hat{h}14) / 19 = 5,11$$

$$K_{ш} = 1 / 5,11 = 0,196$$

По цьому показнику деталь технологічна, так як $K_{ш} < 0,32$.

5) Визначення коефіцієнта використання матеріалу $K_{в.м.}$:

$$K_{в.м.} = q / Q \quad (1.6)$$

де q - маса деталі, $q = 0,45$ кг;

Q - маса заготовки, $Q = 1,22$ кг,

$$K_{в.м.} = 0,45 / 1,22 = 0,37.$$

По цьому показнику деталь нетехнологічна, так як $K_{в.м.}$ доволі низький.

1.4 Визначення типу і організаційної форми виробництва

Тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операції $K_{з.о.}$, котрий показує відношення всіх різноманітних технологічних операцій, виконуваних або належаних виконанню підрозділом на протязі місяця, до числа робочих місць.

Так як $K_{з.о.}$ виражає періодичність обслуговування робочого всією необхідною інформацією, а також забезпечення робочого місця всіма необхідними речовими елементами виробництва, то $K_{з.о.}$ оцінюється тільки до явочного числа робочих підрозділів із розрахунку на дві зміни:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum P_0}{O}, \quad (1.7)$$

де $\sum P_0$ – сумарне число різноманітних операцій;

O – явочна кількість робочих підрозділів, які виконують різні операції.

Табл. 1.3 Визначення коефіцієнта закріплення операції

Операції	$T_{шт.}$	m_p	P	$\eta_{з.ф.}$	O
1.Токарна	3,56	0,434	1	0,434	1,84
2. Токарна з ЧПК	2,56	0,3126	1	0,3126	2,56
3. Вертикально - фрезерна	3,56	0,434	1	0,434	1,84
4. Шліфувальна	1,526	0,186	1	0,186	4,3

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{10,5}{4} = 2,6$$

за результатами розрахунку отримаємо тип виробництва – багатосерійний.

2 Технологічний розділ

2.1 Вибір заготовки і обґрунтування методу її отримання

На вибір метода отримання заготовки впливають декілька факторів. Такі як: матеріал деталі, призначення, її конфігурація, габаритні розміри і маса, вимоги до точності та якості поверхні деталі, тип та обсяг виробництва.

Так, виходячи з конструктивних особливостей деталі (вал має ступеневу форму із значними перепадами діаметрів) та її матеріалу (вуглецева сталь 35) оптимальним було би прийняти отримання заготовки штампуванням, але враховуючи даний тип виробництва (одиничне), доцільніше та набагато економічно буде отримати заготовку із круглого сортового прокату.

Проведемо вартісне порівняння двох методів отримання заготовок:

- 1) Отримання заготовки з прокату.
- 2) Отримання заготовки штампуванням на ГKM.

Порівняння будемо проводити за емпіричними формулами і після розрахунку проведемо визначення економічного ефекту від використання оптимального методу отримання заготовки.

1) Отримання заготовки штампуванням на ГKM.

Розрахунок вартості отримання заготовки проводимо за формулою:

$$S_{\text{заг1}} = ((S_{\text{баз}}/1000) \otimes Q \otimes k_{\text{T}} \otimes k_{\text{c}} \otimes k_{\text{в}} \otimes k_{\text{м}} \otimes k_{\text{п}}) - (Q - q) \otimes S_{\text{відх}}/1000, [1] \quad (2.1)$$

де $S_{\text{баз}}$ - базова вартість 1 т заготовок, $S_{\text{баз}} = 49000$ грн;

$S_{\text{відх}}$ - вартість 1 т відходів, $S_{\text{відх}} = 7000$ грн;

Q - маса заготовки, $Q = 0,6$ кг;

q - маса готової деталі, $q = 0,45$ кг;

k_{T} - коефіцієнт класу точності, $k_{\text{T}} = 1,05$, [1];

k_c - коефіцієнт групи складності, $k_c = 0,85$, [1];

k_B - коефіцієнт маси, $k_B = 1,2$, [1];

k_M - коефіцієнт марки матеріалу, $k_M = 1$, [1];

k_{II} - коефіцієнт об'єму виробництва, $k_{II} = 1$, [1];

$$S_{заг1} = ((49000/1000) \cdot 0,8 \cdot 1,05 \cdot 0,85 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1) - (0,6 - 0,45) \cdot 7000/1000 = 42,94 \text{ грн.}$$

2) Заготовка з прокату.

Розрахунок затрат матеріалу на заготовку проводимо за формулою:

$$M = Q \cdot S \cdot (Q - q) \cdot S_{відх} / 1000, \quad (2.2)$$

де Q - маса заготовки, $Q = 1,22$ кг;

$S_{баз}$ - базова вартість 1 кг матеріалу, $S_{баз} = 32$ грн;

q - маса готової деталі, $q = 0,45$ кг;

$S_{відх}$ - вартість 1 т відходів, $S_{відх} = 7000$ грн,

$$M = 1,22 \cdot 32 - (1,22 - 0,45) \cdot 7000/1000 = 38,5 \text{ гр.}$$

Розрахунок вартості заготовок отриманих з металопрокату:

$$S_{заг} = M + \sum C_{оз}, \quad (2.3)$$

де M - затрати на матеріал. $M=38,5$ гр.;

$\sum C_{оз}$ - технологічна собівартість заготівельних операцій.

$$C_{оз} = \frac{C_{П.з} \cdot T_{шт(ш.-к)}}{60 \cdot 100}, \quad (2.4)$$

де $C_{П.з}$ - Приведені затрати на заготівельні операції коп/год. $C_{П.з}=1200$;

$T_{\text{шт(ш.-к)}}$ - штучний або штучно-калькуляційний час виконання заготівельної операції $T_{\text{шт(ш.-к)}} = 1,54$ хв.,

$$C_{\text{о.з.}} = \frac{1200 \cdot 1,54}{60 \cdot 100} = 0,31 \text{ грн.},$$

$$S_{\text{заг}} = 38,5 + 0,31 = 38,81 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект визначаємо за формулою:

$$E_{\text{заг}} = (S_{\text{заг1}} - S_{\text{заг2}}) \cdot N = (42,94 - 38,81) \cdot 20000 = 82600 \text{ грн.} \quad (2.5)$$

Отже, остаточно вибираємо заготовку отриману з круглого сортового прокату тому що, її собівартість нижча за собівартість заготовки отриманої штампуванням.

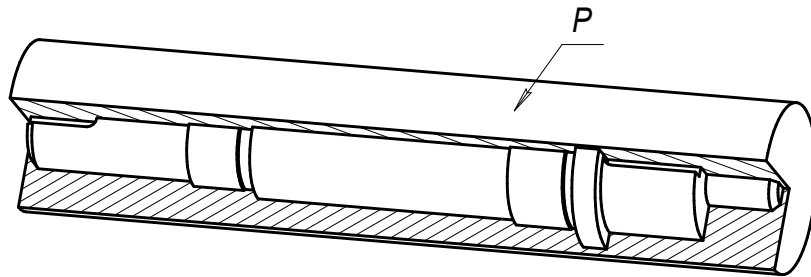


Рисунок 2.1 – Конструкція заготовки для деталі вал 5В.17.008

2.2 Вибір технологічних баз

Спочатку вибираємо бази для завершальної обробки – шліфування трьох поверхонь З ($\varnothing 25h7$), Б ($\varnothing 25k6$) та А ($\varnothing 20k6$) (див. рис. 1.1); як базові поверхні використовуємо центрові отвори і поверхню Д ($\varnothing 18n6$) під повідковий патрон.

Для чорнової обробки поверхонь А, Б, Д, Е, Є, Ї, К, П як базу використовуємо поверхню Р (див рис. 1.1), базування в трьохкулачковому самоцентруючому патроні. Дана поверхня задовольняє більшості вимогам до

чорнових баз: має достатні розміри, ступінь точності, необхідну жорсткість; забезпечує при затискуванні доволі стійке положення деталі без її деформування.

Для проміжної операції - обробка поверхонь Г, Ж, З, И, І, М (див. рис. 1.1) - за бази приймаємо поверхню Б, затиск по поверхні Б в трьохкулачковому самоцентруючому патроні (див. рис. 1.1).

Для проміжної операції - обробка поверхні І – нарізання різі М10-6g (див. рис. 1.2) - за бази приймаємо поверхню Б, затиск по поверхні Б в трьохкулачковому самоцентруючому патроні (див. рис. 1.1).

Для проміжної операції фрезерування шпонкових пазів В, Г базами є поверхні К і прилеглий до неї торець (див. рис. 1.1). Вибрані поверхні забезпечують вимоги, що пред'являються до проміжних баз.

2.3 Встановлення планів обробки окремих поверхонь

Маршрут обробки окремих поверхонь встановлюємо виходячи з вимог робочого креслення і прийнятої заготовки.

Плани обробки окремих поверхонь зводяться до наступного: торці - фрезерування та зацентрування Ra 3,2; зовнішня поверхня – точіння та шліфування посадочних поверхонь під підшипники Ra 1,25; шпонкові пази – фрезерування шпонковою фрезою Ra 6,3.

2.4 Вибір варіанта технологічного маршруту та його техніко-економічне обґрунтувань

Для оцінки економічності технологічного процесу проведемо розрахунки економічної ефективності двох можливих варіантів обробки, а потім виберемо з них найбільш раціональний для даних умов

При обробці даної деталі вал будемо порівнювати два варіанти виконання другої токарної.

Метою розробки варіанта технологічного маршруту обробки деталі являється подання загального плану обробки, намітка змісту операцій та переходів технологічного процесу, вибір типу устаткування - верстатів, пристроїв, різального та вимірювального інструментів, вибір оптимального (по мінімуму приведених витрат на одиницю продукції) техпроцесу.

Перший варіант: обробка на токарному верстаті з ЧПУ моделі 16Б16Ф3, штучно - калькуляційний час на обробку $t_{шт.-к.} = 16,71$ хв.

Другий варіант: обробка на токарному верстаті з ЧПУ і моделі 16К20Ф3С32, штучно-калькуляційний час на обробку $t_{шт.-к.} = 15,92$ хв.

Економія часу відбувається за рахунок скорочення часу на заміну різального інструменту.

Розрахунок технологічної собівартості операції механічної обробки визначається за формулою:

$$C_o = C_{п.-з.} \cdot t_{шт.-к.} / 60 \cdot K_B, \quad (2.6)$$

де $C_{п.-з.}$ - приведені витрати на 1 год. роботи устаткування, коп./год.;

K_B - коефіцієнт виконання норм, $K_B = 1,3$.

Перший варіант: $C_{п.-з.} = 70,5$ коп./год., [3].

$$C_{o1} = 70,5 \cdot 16,71 / 60 \cdot 1,3 = 15,1 \text{ коп.}$$

Другий варіант : $C_{п.-з.} = 63,6$ коп./год., [3].

$$C_{o2} = 63,6 \cdot 15,92 / 60 \cdot 1,3 = 12,9 \text{ коп.}$$

Річний економічний ефект визначаємо за формулою:

$$E_p = (C_{o1} - C_{o2})N/100, \quad (2.7)$$

$$E_p = (15,1 - 12,9) \cdot 20000/100 = 440 \text{ грн.}$$

Отже, по мінімуму приведених витрат на одиницю продукції, перевагу надаємо використанню токарного верстата з ЧПУ моделі 16К20Ф3С32.

На основі проведених розрахунків приймаємо 1-й варіант обробки.

2.5 Розрахунок припусків

Розрахуємо припуски на обробку і проміжні граничні розміри для обробки поверхні $\varnothing 32h14_{(-0,62)}$ мм деталі вал. Заготовка отримана з круглого сортового прокату, маса - 2,4кг. Схема установки деталі - обробка в трьохкулачковому токарному патроні при точінні

План обробки поверхні $\varnothing 32h14_{(-0,62)}$ мм відповідно до вимог креслення та з врахуванням економічної точності обробки виконуємо переходи:

- чорнове точіння;
- чистове точіння.

Мінімальний припуск при обробці поверхні обертання $2z_{\min}$, мкм, визначаємо за формулою:

$$2z_{\min.} = 2 \left(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{i-1}^2} \right), \quad (2.8)$$

де $R_{z_{i-1}}$ - висота мікронерівностей поверхонь, які залишаються після виконання попереднього переходу, мкм.

h_{i-1} - глибина дефектного поверхневого шару, який залишився після виконання попереднього технологічного переходу, мкм.

ρ_{i-1} - сумарне геометричне відхилення розташування, яке виникло на попередньому технологічному переході, мкм.

ε_i - величина похибок установки заготовки при виконанні технологічного переходу, мкм.

Значення параметрів R_{z-1} і h_{i-1} для заготовки вибираємо із [5]; значення R_{z-1} і h_{i-1} після механічної обробки - із [5]; значення технологічних допусків T із [5].

При обробці деталі з затиском в трьохкулачковому патроні з упором в торець похибка установки на оброблюєму поверхню дорівнює нулю ($\varepsilon_y = 0$).

Значення просторових відхилень оброблюваної поверхні відносно базової визначається за формулою:

$$\rho = \rho_{\text{кор.}} = \Delta_k \cdot D, \quad (2.9)$$

де Δ_k - питома кривизна сортового прокату, $\Delta_k = 2$ мкм/мм, [5];

D - діаметр оброблюємої поверхні, $D = 32$ мм,

$$\rho = 2 \cdot 32 = 64 \text{ мкм.}$$

Залишкова похибка після обробки, мкм:

$$\rho_{\text{ост}} = \rho \cdot K_y, \quad (2.10)$$

де K_y - коефіцієнт уточнення, $K^1_y = 0,06$; $K^2_y = 0,05$ [5],

$$\rho^1_{\text{ост}} = 64 \cdot 0,06 = 3,84 \approx 4 \text{ мкм,}$$

$$\rho^2_{\text{ост}} = 4 \cdot 0,05 = 0,2 \text{ мкм - немає сенсу враховувати.}$$

Остаточна формула для визначення мінімального між операційного припуску:

$$2z_{imin} = 2 \cdot (R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}). \quad (2.11)$$

Результати розрахунку заносимо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1. - Результати розрахунку припусків і граничних розмірів за переходами на обробку поверхні $\varnothing 32_{-0,62}$ мм.

План обробки	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск, $2z_{imin}$, мкм	Розрахунковий розмір, d_p , мм	Допуск T, мкм	Граничні розміри, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	R_{zi-1}	h_{i-1}	ρ_{i-1}	ϵ_{yi}				d_{max} (l_{max})	d_{min} (l_{min})	$2z_{i\ max}^{ep}$	$2z_{i\ min}^{ep}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Заготовка (прокат)	160	250	64	-	-	32,582	1600	34,2	32,6	-	-
Точіння чорнове	63	60	4	-	2.474	31,634	1000	33	32	1200	600
Точіння чистове	20	30	-	-	2.127	31,38	620	32	31,38	1000	620
Сума:										2200	1220

Значення допусків кожного переходу приймаємо по таблицям у відповідності до квалітету в залежності від точності обробки на даному переході.

Колонка " Розрахунковий розмір " заповнюється, починаючи з найменшого кінцевого розміру (31,38 мм) шляхом послідовного додавання розрахункового мінімального припуску для кожного технологічного переходу до відповідного розрахункового розміру.

Найбільші граничні розміри розраховуються шляхом додавання технологічного допуску за переходами до округленого найменшого граничного розміру.

Граничні значення припусків $2z_{i\max}^{ep}$ визначаються як різниця найбільших граничних розмірів, а $2z_{i\min}^{ep}$ - як різниця найменших граничних розмірів заготовок попереднього і виконуваного переходів.

Загальні припуски знаходяться як сума проміжних припусків:

$$2z_{o\max} = \sum 2z_{i\max}^{ep}, \quad (2.12)$$

$$2z_{o\min} = \sum 2z_{i\min}^{ep}, \quad (2.13)$$

$$2z_{o\max} = 1200 + 1000 = 2200 \text{ мкм},$$

$$2z_{o\min} = 600 + 620 = 1220 \text{ мкм}.$$

Перевірка правильності розрахунків:

$$2z_{o\max} - 2z_{o\min} = Td_{\text{заг}} - Td_{\text{дет}} \quad (2.14)$$

$$2200 - 1220 = 1600 - 620 = 980 \text{ мкм}.$$

Номінальний припуск на оброблювану поверхню:

$$2z_{o\text{ ном}} = 2z_{o\min} + EId_{\text{заг}} - EId_{\text{дет}} = 1,22 + 1,6 - 0,62 = 2,2 \text{ мм}. \quad (2.15)$$

Номінальний розмір заготовки:

$$d_{z_{\text{НОМ}}} = d_{\text{д}_{\text{НОМ}}} + 2z_{o_{\text{НОМ}}} = 32 + 2,2 = 34,2 \text{ мм.} \quad (1.16)$$

Згідно ГОСТ 2590-71 приймаємо найближчий більший стандартний розмір заготовки з круглого прокату $\varnothing 35^{+0,4}_{-0,7}$ мм [5]

Після розрахунку будемо схему розташування припусків, допусків та граничних розмірів заготовки в мм, на розмір $\varnothing 32h14(-0,62)$ (див. рис. 2.2).

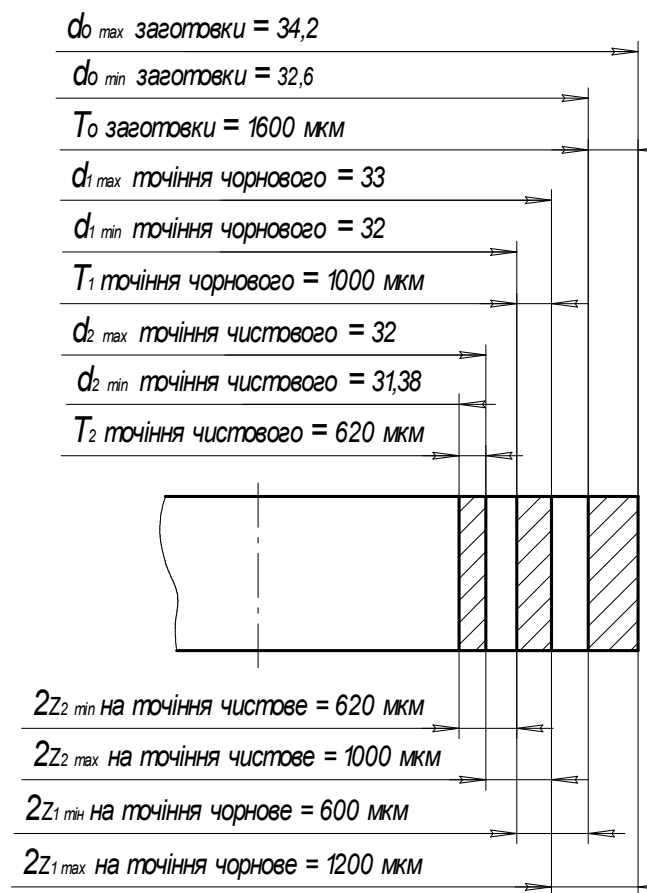


Рисунок 2.2 - Схема розташування полів припусків і допусків на обробку поверхні $d = 32_{-0.62}$

Табличний метод призначення припусків

Призначені припуски наведено в таблиці 1.6.

Таблиця 2.2 - Припуски і допуски на оброблювані поверхні деталі

Поверхня	Розмір деталі (заготовки), мм	Припуск, мм		Допуск, мм
		табличний	розрахунковий	
Розмір 314	314 (319)	-	2,5×2	2,0

2.6 Розробка технологічних операцій механічної обробки

Проводимо вибір верстатів, інструменту різального, вимірювального та заносимо у таблицю 2.3.

Таблиця 2.3- Вибір верстатів, інструменту різального, вимірювального для виготовлення деталі “Вал 5В.17.008” по операціям

№ операції	Назва і зміст операції	Верстат	Прийомуванн я	Інструмент	
				різальний	вимірювальний
1	2	3	4	5	6
005	<u>Токарна</u>	16K20	Трьох- кулачковий патрон	Різець підрізний з БТП, φ = 45° Свердло центрувальне Ø5 мм, Р6М5 Різець підрізний з БТП, φ = 45° Свердло центровочне Ø5 мм, Р6М5	Штанген- циркуль
010	<u>Токарна з ЧПК</u>	16K20Ф3	Трьох - кулачко вий патрон	Різець прохідний з БТП, φ = 93° Різець прохідний з БТП, φ = 93° Різець прохідний з БТП, φ = 93° Різець різбовий з БТП, φ = 60° Різець прохідний з БТП, φ = 93° Різець канавковий, b =2,5 мм	Штанген- циркуль, мікрометр Калібр втулка різьбова

Закінчення таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6
015	<u>Фрезерна.</u>	6Т104	Спеціальний пристрій	Шпонкова фреза Ø4 мм, Р6М5	Штанген-циркуль,
020	<u>Шліфувальна.</u>	3М153	Повідковий патрон	Шліфувальний круг 33А50С1 6-5К	Мікрометр

Проводимо розроблення маршруту обробки окремих поверхонь по операціях та заносимо у табл.2.4.

Таблиця 2.4 - Технологічний процес виготовлення деталі “Вал 5В.17.008” по операціям

№ Операції	Назва і зміст операції	Верстат
1	2	3
005	<u>Токарна</u> 1. Підрізка торця Н 2. Свердлування центового отвору 3. Підрізка торця О 4. Свердлування центового отвору	16К20
010	<u>Токарна з ЧПК</u> 1. Чорнова обробка по контуру поверхонь А, Б, Д, Е, Є, К, П 2. Чорнова обробка по контуру поверхонь Ж, З, И, І 3. Чистова обробка по контуру поверхонь Ж, З, И, І, М 4. Нарізання різьби М10-6g 5. чистова обробка по контуру поверхонь А, Б, Д, Е, Є, Ї, К, П 6. Проточити дві канавки Й, Л	16К20Ф3
015	<u>Фрезерна.</u> 1. Фрезерувати шпонку В 2. Фрезерувати шпонку Г	6Т104
020	<u>Шліфувальна.</u> Шліфувати одноразово поверхні А, Б, З	3М153

2.7 Призначення режимів різання

2.7.1 Аналітичним методом

1 Чорнова обробка по контуру поверхонь А, Б, Д, Е, Є, К, П.

1) Вибір різального інструменту.

Різальний інструмент - різець прохідний із механічним кріпленням багатогранних твердосплавних пластин Т15К6 з головним кутом в плані $\varphi=93^\circ$.

Розміри державки НхВ = 20х25 мм; довжина різця L = 200 мм; n = 20 мм [8].

Геометричні параметри: $\gamma = 12^\circ$; $\gamma_\psi = -3^\circ$; $\alpha = 10^\circ$; $\lambda = 0^\circ$; $\varphi_1 = 27^\circ$.

2) Глибина різання: t = 3 мм.

3) Призначаємо подачу: s = 0,35 мм/об [5].

4) Швидкість головного руху різання V, м/хв., визначаємо по формулі:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v, \quad (2.17)$$

де C_v - поправочний коефіцієнт, $C_v = 350$, [6];

m, x, y - показники степені, m = 0,2, x = 0,15, y = 0,35, [5];

T - стійкість інструменту, T = 60 хв. , [5];

K_v - додатковий коефіцієнт на швидкість різання

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv}, \quad (2.18)$$

де K_{mv} - коефіцієнт, який враховує якість оброблюємого матеріалу, визначаємо по [5];

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_A} \right)^{n_v}, \quad (2.20)$$

де K_r - коефіцієнт обробляємості, $K_r = 1,0$;

n_v - показник степеня, $n_v = 1,0$ [5],

$$K_{mv} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{760} \right)^{1,0} = 0,99;$$

K_{nv} - коефіцієнт, що враховує поверхню деталі, $K_{nv} = 0,9$ [5];

K_{iv} - коефіцієнт, що враховує вплив інструмента, $K_{iv} = 1,0$ [5],

$$K_v = 0,99 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,89.$$

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,35^{0,35}} \cdot 0,89 = 164,93 \text{ м/хв.}$$

5) Число обертів шпинделя верстата:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 164,93}{3,14 \cdot 35} = 1499,7 \approx 1500 \text{ об/хв.} \quad (2.21)$$

6) Визначення складової сили різання:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.22)$$

де C_p , x , y , n - зміні параметри, $C_p = 300$, $x = 1$, $y = 0,75$, $n = -0,15$ [5];

K_p - поправочний коефіцієнт:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\tau p}, \quad (2.23)$$

де K_{mp} - коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (2.24)$$

де n - показник степені, $n = 0,75$, [6, с.264, табл. 9]

$$K_{mp} = \left(\frac{760}{750} \right)^{0,75} = 1,01;$$

$K_{\varphi p}$, $K_{\gamma p}$, $K_{\lambda p}$, $K_{\tau p}$ - поправочні коефіцієнти, $K_{\varphi p} = 0,89$; $K_{\gamma p} = 1,0$; $K_{\lambda p} = 1,0$;
 $K_{\tau p} = 1,0$ [5];

$$K_p = 1,01 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,90;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 3^1 \cdot 0,35^{0,75} \cdot 164,93^{-0,15} \cdot 0,9 = 1713,72 \text{ Н.}$$

7) Потужність різання визначаємо за формулою:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1713,72 \cdot 164,93}{1020 \cdot 60} = 4,616, \quad (2.25)$$

$$N_e = \frac{1713,72 \cdot 164,93}{1020 \cdot 60} = 4,616 \text{ кВт.}$$

Потужність верстата N визначаємо за формулою:

$$N = N_d \cdot \eta \cdot K_{\pi}, \quad (2.26)$$

де N_d - потужність двигуна верстата, $N_d = 10$ кВт;

η - коефіцієнт корисної дії верстата. $\eta \approx 0,8$;

K_{π} - коефіцієнт перевантаження, $K_{\pi} = 1,6$, [5],

$$N = 10 \cdot 0,8 \cdot 1,6 = 12,8 \text{ кВт.}$$

Різання можливе, так як виконується умова: $N = 12,8 > N_e = 4,616$ (кВт).

8) Визначення основного часу на перехід

$$t_o = \frac{l_{p.x.} \cdot i}{s \cdot n_o}, \quad (2.27)$$

де $l_{p.x.}$ - довжина робочого ходу інструменту;

$$l_{p.x.} = l_{piz} + y + \Delta, \quad (2.28)$$

де l_{piz} - довжина різання, $l_{piz} = 120$ мм;

y - підвід, врізання та перебіг інструмента, $y = 12$ мм;

Δ - перебіг різця, $\Delta = 1 \dots 3$ мм, приймаємо $\Delta = 3$ мм,

$$l_{p.x.} = 120 + 12 + 3 = 140 \text{ мм};$$

i - кількість переходів, $i = 3$,

$$t_o = \frac{140 \cdot 3}{0,35 \cdot 1500} = 0,8 \text{ хв.}$$

2.8 Вибір режимів різання на інші операції (переходи) по таблицям нормативів

Режими різання на інші операції вибираємо за таблицями та заносимо у таблицю 2.9.

Таблиця 2.5 - Зведена таблиця режимів різання

Назва операції, зміст переходу	t, мм	$\frac{l_{piz}}{l_{p.x.}}$, мм	λ	$\frac{T_M}{T_p}$, хв	$\frac{S_p}{S_{пр}}$, мм/об,	$\frac{n_p}{n_{пр}}$, об/хв	$\frac{v_p}{v_{пр}}$, м/хв.	$S_{хв}$, мм/х в	t_o , хв	$\frac{N_e}{N_o}$, кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
005 Токарна										
1) Підрізати лівий торець.	1	$\frac{18}{25}$	0,72	$\frac{60}{80}$	$\frac{0,406}{0,39}$	$\frac{1623}{1600}$	$\frac{180}{176}$	-	0,03	$\frac{1,61}{4}$
2) Свердлити центровий отвор.	2,5	$\frac{6}{8}$	0,75	$\frac{146}{18}$	$\frac{0,12}{0,12}$	$\frac{1270}{1250}$	$\frac{22}{19,6}$	-	0,06	$\frac{0,2}{4}$
3) Підрізати лівий торець.	1	$\frac{18}{25}$	0,72	$\frac{60}{80}$	$\frac{0,406}{0,39}$	$\frac{1623}{1600}$	$\frac{180}{176}$	-	0,03	$\frac{1,61}{4}$
4) Свердлити центровий отвор.	2,5	$\frac{6}{8}$	0,75	$\frac{146}{18}$	$\frac{0,12}{0,12}$	$\frac{1270}{1250}$	$\frac{22}{19,6}$	-	0,06	$\frac{0,2}{4}$

Закінчення таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<u>010 Токарна з ЧПК</u>										
1) Точити праву частину по контуру начорно.	3	$\frac{120}{140}$	0,86	$\frac{60}{80}$	$\frac{0,35}{0,35}$	$\frac{1500}{1500}$	$\frac{16493}{16493}$	-	0,8	$\frac{4,62}{10}$
2) Точити ліву частину по контуру начорно.	3	$\frac{56}{70}$	0,8	$\frac{60}{80}$	$\frac{0,35}{0,35}$	$\frac{1500}{1500}$	$\frac{16493}{16493}$	-	0,43	$\frac{4,62}{10}$
3) Точити ліву частину по контуру начисто.	0,5	$\frac{56}{70}$	0,8	$\frac{60}{80}$	$\frac{0,12}{0,1}$	$\frac{1051}{1051}$	$\frac{69,27}{69,27}$	-	0,56	$\frac{0,24}{10}$
4) Точити різьбу М10-6g.	1,3	$\frac{15}{20}$	0,75	$\frac{53}{70}$	$\frac{1,5}{1,5}$	$\frac{991}{991}$	$\frac{98,69}{98,69}$	-	0,04	$\frac{0,4}{10}$
5) Точити праву частину по контуру начисто.	0,5	$\frac{120}{140}$	0,86	$\frac{60}{80}$	$\frac{0,12}{0,1}$	$\frac{1051}{1051}$	$\frac{69,27}{69,27}$	-	1,4	$\frac{0,24}{10}$
6) Точити дві канавки.	0,25	$\frac{0,25}{0,5}$	0,5	$\frac{60}{80}$	$\frac{0,112}{0,11}$	$\frac{1261}{1261}$	$\frac{12566}{12566}$	-	$0,04 \times 2 = 0,08$	$\frac{0,1}{10}$
<u>015 Фрезерувальна</u>										
1) Фрезерувати шпонковий паз b = 4 мм, l = 15 мм	4	$\frac{20}{25}$	0,8	$\frac{60}{60}$	$\frac{S_z}{\text{мм/зуб}}$ $\frac{0,02}{0,02}$	$\frac{1000}{800}$	$\frac{10,1}{10,05}$	320	0,08	$\frac{0,6}{2,2}$
2) Фрезерувати шпонковий паз b = 4 мм, l = 20 мм	4	$\frac{20}{25}$	0,8	$\frac{60}{60}$	$\frac{S_z}{\text{мм/зуб}}$ $\frac{0,02}{0,02}$	$\frac{1000}{800}$	$\frac{10,1}{10,05}$	320	0,11	$\frac{0,6}{2,2}$
<u>020 Термообробка</u>										
<u>025 Шліфувальна</u>										
1) Шліфувати розмір Ø20k6 мм, одноразово.	0,15	$\frac{14}{30}$	0,46	$\frac{614}{1000}$	$\frac{0,3081}{0,3081}$	$\frac{1200}{290}$	$\frac{37,68}{18,21}$	-	0,08	$\frac{2,6}{4}$
2) Шліфувати розмір Ø25k6 мм, одноразово.	0,15	$\frac{15}{30}$	0,46	$\frac{614}{1000}$	$\frac{0,3081}{0,3081}$	$\frac{1200}{290}$	$\frac{37,68}{18,21}$	-	0,08	$\frac{2,6}{4}$
3) Шліфувати розмір Ø25h7 мм, одноразово.	0,15	$\frac{20}{43}$	0,46	$\frac{614}{1000}$	$\frac{0,3081}{0,3081}$	$\frac{1200}{290}$	$\frac{37,68}{18,21}$	-	0,1	$\frac{2,6}{4}$

2.9 Нормування технологічного процесу

Під технічно обґрунтованою нормою часу розуміють час, необхідний для виконання заданого обсягу роботи (операції) при певних організаційно-технічних умовах і найбільш-ефективному використанні усіх засобів виробництва.

В серійному виробництві норма штучно-калькуляційного часу визначається за формулою [6]:

$$T_{\text{шт.к}} = \frac{T_{\text{п.з}}}{n} + T_{\text{од.}}, \quad (2.29)$$

де $T_{\text{п.з}}$ - підготовчо-заклучний час, хв;

n - величина партії деталей, шт;

$$n = \frac{N \cdot t}{\Phi}, \quad (2.30)$$

де t - запас деталей на складі, $t = 10$ шт;

Φ - число робочих днів у році, $\Phi = 251$ дн,

$$n = \frac{20000 \cdot 10}{251} = 797, \text{шт}$$

$T_{\text{шт.}}$ - штучний час на операцію, хв,

$$T_{\text{шт.}} = T_{\text{о.}} + T_{\text{доп.}} + T_{\text{обсл.}} + T_{\text{відп.}}, \quad (2.31)$$

де $T_{\text{о.}}$ - основний час, хв;

$T_{\text{доп.}}$ - допоміжний час, хв;

$T_{\text{обсл.}}$ - час на обслуговування робочого місця, хв;

$T_{\text{відп.}}$ - час на відпочинок та особисті потреби, хв,

$$T_{\text{доп.}} = T_{\text{у.з.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{вим.}}, \quad (2.32)$$

де $T_{\text{у.з.}}$ - час на установку і зняття заготівки, хв;

$T_{\text{уп.}}$ - час на керування верстатом, хв;

$T_{\text{вим.}}$ - час на вимірювання, хв.

$$T_{\text{обсл.}} = \frac{P_{\text{ОБСЛ.}} \cdot T_{\text{ОП.}}}{100}, \quad (2.33)$$

де $P_{\text{обсл.}}$ – норма часу на обслуговування робочого місця, у відсотках від оперативного часу.

$$T_{\text{відп.}} = \frac{P_{\text{ВІДП.}} \cdot T_{\text{ОП.}}}{100}, \quad (2.34)$$

де $P_{\text{відп.}}$ - норма часу на відпочинок та особисті потреби робочого, у відсотках від оперативного часу.

$T_{\text{оп.}}$ - оперативний час, хв;

$$T_{\text{оп.}} = T_{\text{о.}} + T_{\text{доп.}} \quad (2.35)$$

Для прикладу пропонуємо операцію 025 кругло-шліфувальну.

Основний час на операцію, $T_{\text{о.}} = 0,08 + 0,08 + 0,1 = 0,26$ хв.

Допоміжний час на операцію:

- встановити і зняти заготівку:

для одноразового шліфування $T_{\text{ус.}} = 0,2$ хв. [6];

Допоміжний час на керування верстатом:

- включити та виключити верстат - 0,06 хв. [6];

- підвести та відвести інструмент - 0,05 хв. [6];

- час очікування зупинки шпінделя - 0,05 хв. [6];

- час на вимірювання - 0,33 хв. [6].

$$T_{\text{доп.}} = 0,2 + 0,06 \cdot 3 + 0,05 \cdot 3 + 0,05 \otimes 3 + 0,33 \otimes 3 = 1,67 \text{ хв.}$$

Визначаємо оперативний час:

$$T_{\text{оп.}} = 0,26 + 1,67 = 1,93 \text{ хв.}$$

Час на обслуговування, а також час на відпочинок та особисті потреби беруться у відсотках від оперативного часу, $P_{\text{обсл.}} = 2,8 \%$, $P_{\text{відп.}} = 5 \%$ [6]:

$$T_{\text{обсл.}} = \frac{2,8 \cdot 1,93}{100} = 0,054 \text{ хв.,}$$

$$T_{\text{відп.}} = \frac{6 \cdot 1,93}{100} = 0,116 \text{ хв.}$$

Підготовчо заключний час при роботі на верстаті, $T_{\text{підг.з.}} = 8 \text{ хв.}$

Тоді,

$$T_{\text{шт.к}} = \frac{8}{1} + 0,26 + 1,67 + 0,054 + 0,116 = 10,1$$

На інші операції норму штучно-калькуляційного часу розраховуємо аналогічно і зводимо в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6 Норми часу на операції для обробки деталі - Вал.

Номер, назва операції, переходу, позиції	$T_{\text{о, хв}}$	$T_{\text{доп, хв}}$			$T_{\text{оп, хв}}$	$P_{\text{обс, \%}}$	$T_{\text{відп, хв.}}$	$T_{\text{п-з, хв}}$	n, шт	$T_{\text{шт.к хв}}$
		$T_{\text{ус.}}$	$T_{\text{уп.}}$	$T_{\text{вим.}}$						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<u>005 Токарна</u>										
1) Підрізати лівий торець	0,03	0,19	0,12	-	1,2	6,5	0,078	10	1	11,3
2) Свердлувати центрувальний отвір	0,06	-	0,05	0,07						
3) Підрізати правий торець	0,03	0,19	0,12	0,16						
2) Свердлувати центрувальний отвір	0,06	-	0,05	0,07						
<u>010 Токарна з ЧПК.</u>										
1) Точити праву частину по контуру начорно.	0,8	0,23	0,16	-	5,1	8,1	0,41	14	1	19,5
2) Точити ліву частину по контуру начорно.	0,43	0,23	0,16	-						
3) Точити ліву частину по контуру начисто.	0,56	-	0,05	0,12						
4) Точити різьбу М10-6g.	0,04	-	0,05	0,15						

Закінчення таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5) Точити праву частину по контуру начисто.	1,4	0,23	0,16	0,2						
6) Точити дві канавки.	0,08	-	0,05	-						
015 Фрезерна										
1) Фрезерувати шпонковий паз b = 4 мм, l = 15 мм.	0,08	0,05	0,16	0,24	1,09	3	0,033	10		11,12
2) Фрезерувати шпонковий паз b = 4 мм, l = 20 мм.	0,11	0,05	0,16	0,24						

2.10 Оформлення технологічної документації

У дипломній роботі для оформлення розроблених технологічних процесів використовуються наступні види технологічних документів загального і спеціального призначення за ДСТУ АБ.4-4:2009.

Маршрутна карта МК – документ, який містить опис технологічного процесу виготовлення деталі, включаючи контроль і переміщення, по всім операціям різних видів в технологічній послідовності з вказівкою даних про обладнання, оснастку, матеріальні і трудові нормативи.

Операційна карта ОК – описання технологічної операції з вказівкою переходів, режимів обробки і даних про технологічне оснащення.

Карта ескізів KE – ескізи, схеми і таблиці, які необхідні для виконання технологічного процесу, операції або переходу виготовлення виробу, включаючи контроль і переміщення.

Комплект документації наведено у додатках.

3 Конструкторський частина

3.1 Проектування верстатного пристрою

3.1.1 Вибір схеми базування

Згідно вимог на кресленні деталі необхідно фрезерувати шпонкові пази за розміром від торця деталі. Тому приймаємо за базу торець деталі та зовнішню циліндричну поверхню.

Деталь базується впрост рої по циліндричній поверхні та торцю деталі.

Установочними елементами слугують призми та торці губок призм.

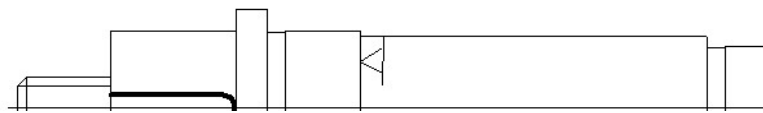


Рисунок 3.1– Схема базування заготовки

3.1.2 Вибір установочних елементів пристрою

В якості установочних елементів використовуємо призми, торцем деталь базується по торцю призми.

3.1.3 Розрахунок точності обробки

Похибку установки заготовки визначаємо за формулою:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{np}^2}, \quad (3.1)$$

де ε_{δ} - похибка базування заготовки, $\varepsilon_{\delta} = 0$

ε_3 - похибка закріплення, $\varepsilon_3 = 0,09$ мм [11];

ε_{np} - похибка пристрою:

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{\varepsilon_{виг}^2 + \varepsilon_{зн}^2 + \varepsilon_{фікс}^2}, \quad (3.2)$$

де $\varepsilon_{виг}$ - похибка виготовлення установочних елементів, $\varepsilon_{виг} = 0,01$ мм;

$\varepsilon_{зн}$ - похибка зношення установчих елементів, $\varepsilon_{зн} = 0,02$ мм;

$\varepsilon_{фікс}$ - похибка фіксації пристрою на столі верстата, $\varepsilon_{фікс} = 0,01$ мм.

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{0,01^2 + 0,02^2 + 0,01^2} = 0,025 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{0,09^2 + 0,025^2} = 0,093 \text{ мм.}$$

Допустиму підсумкову похибку пристрою визначаємо за формулою:

$$\varepsilon_{\delta on} = TD - \kappa \cdot \omega, \quad (3.3)$$

де TD – поле допуску на виконуваний розмір деталі, $TD = 0,2$ мм;

κ – поправочний коефіцієнт, $\kappa = 0,8$ [11];

ω – точність обробки на вибраному верстаті, $\omega = 0,01$ мм, [11].

$$\varepsilon_{\delta on} = 0,2 - 0,8 \cdot 0,01 = 0,192 \text{ мм.}$$

Умова $\varepsilon_{\delta on} \geq \varepsilon_y$ виконується.

Пристрій призначений для установки на фрезерний верстат та закріплення у ньому заготовки при фрезеруванні шпонкових пазів.

3.1.4 Розрахунок зусилля закріплення заготовки

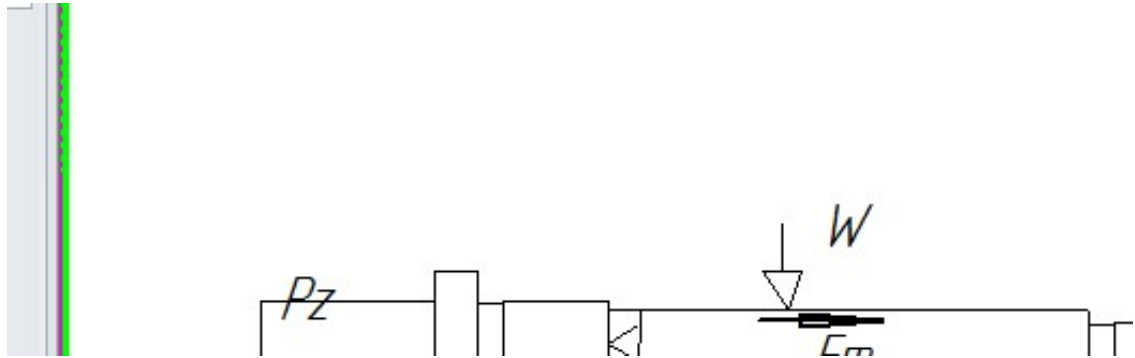


Рисунок 3.2 – Схема дії сил при обробленні заготовки

Зі схеми дії сил (рис.2.2) на заготовку можна записати рівняння рівноваги

$$P_z \cdot k = 4fW, \text{ звідки} \quad (3.4)$$

де $K = 1,5$.

Силу різання при фрезеруванні:

$$P_z = \frac{2M}{d}, \text{ Н,}$$

3 режимів різання $M = 0,6 \text{ Н,}$

$$\text{Тоді } P_z = \frac{2 \cdot 0,6}{0,002} = 589,5 \text{ Н,}$$

Звідки отримаємо силу затиску

$$W = \frac{P_z \cdot k}{4f} = \frac{1,5 \cdot 589,5}{4 \cdot 0,16} = 1382,2 \text{ Н.}$$

3.1.5 Вибір розмірів приводу пристрою

Розрахуємо розміри приводу пристрою – гвинто - важільний затиск.

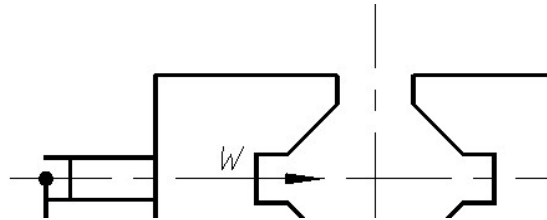


Рисунок 3.3 – Кінематична схема пристрою

Визначаємо необхідну силу на ключі Q .

Затиск здійснюється за допомогою гвинта М16 та ключа. Знайдемо силу, яку треба прикласти до рукояті ключа, щоб закріпити заготовку гвинтовим механізмом з ключем. Розрахунок проводимо за формулою:

$$Q = \frac{W \left[r_{cep} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \gamma_{np}) + \frac{1}{3} \cdot f \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} \right]}{L}, \quad [11] \quad (3.5)$$

де $\alpha = 2^{\circ}56'$ – кут підйому різьби;

φ_{np} – приведений кут тертя.

$$\varphi_{np} = \operatorname{arctg} \frac{f}{\cos \alpha} = \operatorname{arctg} \frac{0,15}{\cos 30^{\circ}} \approx 9^{\circ}5',$$

де $L = 210$ мм – довжина ключа;

$r_{cep} = 7,45$ мм – середній радіус різьби М16;

$D = 25$ мм, $d = 16$ мм.

$$Q = \frac{1382,2 \left[7,45 \cdot \operatorname{tg}(2^{\circ}56' + 9^{\circ}50') + \frac{1}{3} \cdot 0,15 \frac{25^3 - 16^3}{25^2 - 16^2} \right]}{210} = 130 \text{ Н}$$

Сила, яку при затиску може прикладати робітник, згідно вимог техніки безпеки, не може бути більше чим $P = 160 \text{ Н}$.

Робимо висновок, що затиск гайкою М16 задовольняє, тобто $160 \text{ Н} > 130 \text{ Н}$.

3.1.6 Розрахунок елементів пристрою на міцність

Номинальний діаметр різьби для гвинтового затискача визначаємо за формулою:

$$d = C \sqrt{\frac{W}{\sigma}} \quad [14] \quad (3.6)$$

де $C = 1,4$ – коефіцієнт для основної метричної різьби;

W – сила затискача;

σ – напруження розтягування; для гвинтів із сталі 45 з врахуванням зносу різьби $\sigma = 100 \text{ МПа}$.

$$d = 1,4 \sqrt{\frac{1382,2}{100}} = 3,7 \text{ мм.}$$

Приймаємо діаметр гвинта М16. Маємо запас міцності.

$$K = \frac{12,34}{3,7} = 3,3 \text{ рази.}$$

3.1.7 Принцип роботи пристрою

Деталь встановлюється на вісь центрів призми та ключем підтискається губки призми, потім деталь досилається до упору в бортик у призми і проводиться повне затискання заготовки. Проводиться обробка – фрезерування пазів, потім розтискається гвинтом губок - деталь знімається.

До столу нижня плита корпусу пристрою кріпиться за допомогою двох стандартних болтів через вушка у пристрою.

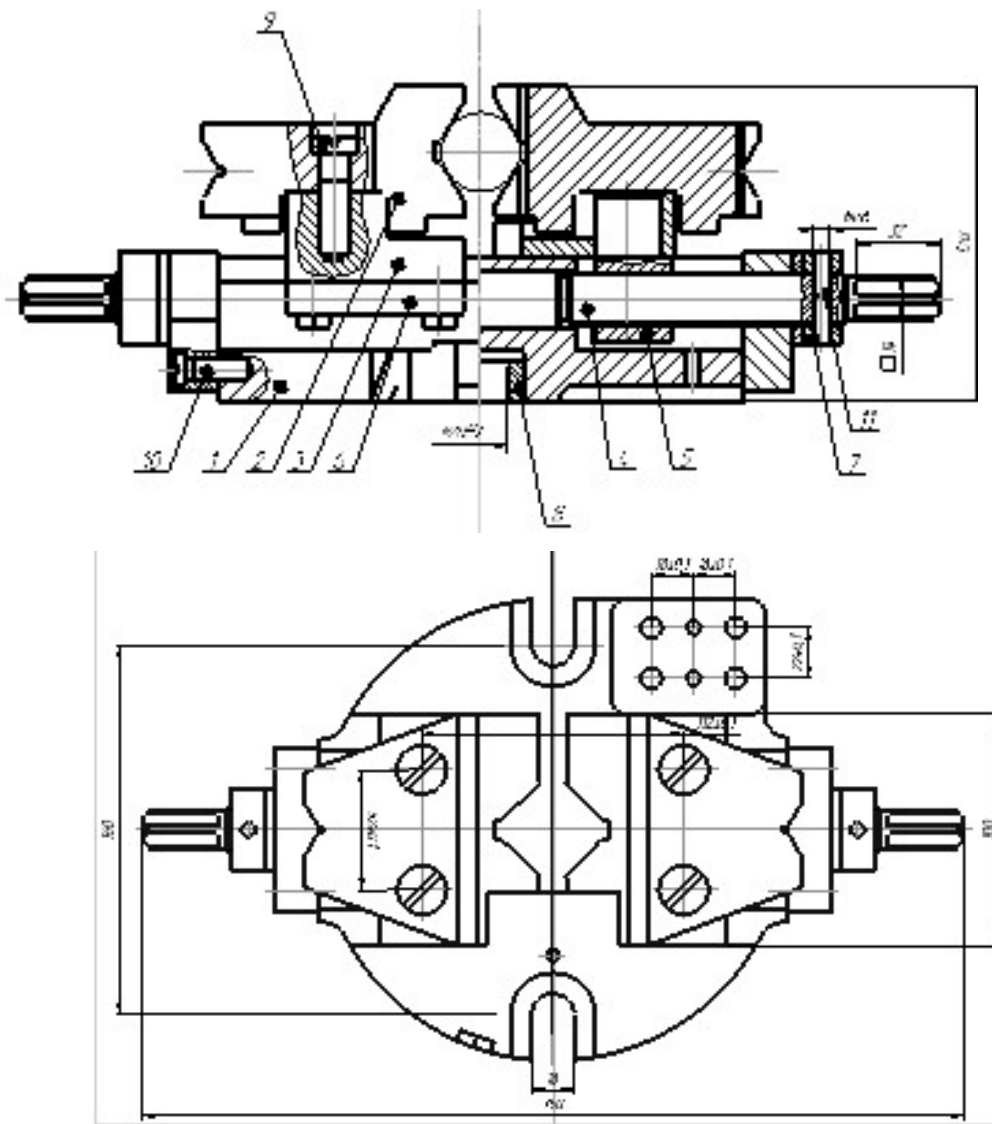


Рисунок 3.4 – Загальний вигляд пристрою

Технічні вимоги до пристрою

1. Допуск паралельності поверхні вісі губок відносно поверхні основини більше 0,1мм на довжині 100мм.
2. Поверхні тертя змащувати консистентною змазкою ЦИА ТИМ - 201.

3.2 Розрахунок та проектування вимірювального інструменту для контролю пов. $\varnothing 25 k6$ $\left(\begin{smallmatrix} +0,015 \\ +0,002 \end{smallmatrix} \right)$.

Для контролю поверхні необхідно розрахувати вимірювальний інструмент, провести розрахунки виконавчих розмірів і визначити ілюстраційну схему взаємного розташування і допусків деталі і калібру.

Для контролю розміру $\varnothing 25k6$ розраховуємо калібр - скобу. [13].

Знаходимо граничні розміри валу за формулами:

$$\begin{aligned} d_{\max} &= d + es, \\ d_{\min} &= d + ei. \end{aligned} \tag{3.7}$$

$$d_{\max} = 25 + 0,015 = 25,015 \text{ (мм)}.$$

$$d_{\min} = 25 + 0,002 = 25,002 \text{ (мм)}.$$

Для 6 квалітету і інтервалу розмірів більше від 20 до 30 мм знаходимо данні для визначення розмірів необхідних калібрів и контркалибрів:

$Z_1 = 0,0025$ мм – відхилення середини поля допуску на виготовлення прохідного калібру для вала відносно найбільшого граничного розміру виробу;

$Y_1 = 0,002$ мм – допустимий вихід розміру зношеного прохідного калібру для вала за границю поля допуску виробу;

$H_1 = 0,003$ мм – допуск на виготовлення калібрів для вала;

$H_p = 0,0012$ мм – допуск на виготовлення контрольного калібру для скоби.

Визначаємо розміри калібру-скоби:

1) найменший розмір прохідного нового калібру-скоби ПР визначаємо за формулою:

$$PP_{\min} = d_{\max} - Z_1 - H_1 / 2. \quad (3.8)$$

$$PP_{\min} = 25,015 - 0,0025 - 0,003 / 2 = 25,011 \text{ (мм)}.$$

2) найменший розмір непрохідного калібру-скоби НЕ визначаємо за формулою:

$$HE_{\min} = d_{\min} - H_1 / 2. \quad (3.9)$$

$$HE_{\min} = d_{\min} - H_1 / 2 = 25,002 - 0,003 / 2 = 25,0005 \text{ (мм)}.$$

1) граничний розмір зношеного калібру-скоби ПР визначаємо за формулою:

$$PP_{\text{зн}} = d_{\max} + Y_1. \quad (3.10)$$

$$PP_{\text{зн}} = d_{\max} + Y_1 = 25,015 + 0,002 = 25,017 \text{ (мм)}.$$

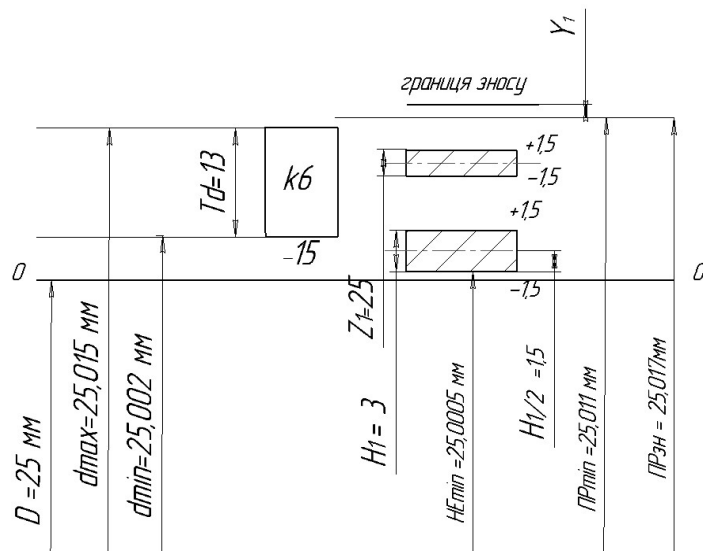


Рисунок 3.5 – Схема розташування полів допусків для розміру $\text{Ø}25\text{k}6$

4 Охорона праці

4.1 Аналіз технологічного процесу з точки зору охорони праці

«Сучасне виробництво з його високими швидкостями обробки металів, великою концентрацією енергії, потужним обладнанням і т.п. створює небезпеку для працюючих, потребує постійної уваги адміністративного персоналу до забезпечення нормальних умов праці персоналу.

Тому зрозуміло, що охорона праці відіграє важливу роль, як суспільний чинник, оскільки, якими б вагомими не були трудові здобутки, вони не можуть компенсувати людині втраченого здоров'я, а тим більше життя — те і інше дається лише один раз. Необхідно пам'ятати, що через нещасні випадки та аварії гинуть на виробництві не просто робітники та службовці, на підготовку яких держава витратила значні кошти, а перш за все люди - годувальники сімей, батьки та матері дітей.

Окрім соціального, охорона праці має, безперечно, важливе економічне значення – це і висока продуктивність праці, зниження витрат на оплату лікарняних, компенсацій за важкі та шкідливі умови праці тощо. За розрахунками Німецької ради підприємців наслідки нещасних випадків коштують у 10 разів дорожче, ніж вартість заходів щодо їх попередження» [15].

Впродовж багатовікової історії людства проблеми здоров'я та безпеки праці завжди посідали чільне місце в соціальному та економічному житті суспільства і були пов'язані з розвитком суспільного виробництва та формуванням суспільного буття. Цілком зрозуміло, що вивченню питань охорони праці приділялась серйозна увага. Вчені, інженери, лікарі, психологи, представники інших наук та фахів вивчали проблеми створення безпечних та нешкідливих умов та засобів праці. Адже саме за таких обставин людина здатна працювати високопродуктивно, створювати необхідний матеріальний потенціал суспільства,

добробут усіх громадян. Тому історично склалось, що охорона праці як галузь науки виникла на перетині соціально-правових, технічних і медичних наук, науки про людину. Головними об'єктами її досліджень є людина в процесі праці, виробниче середовище, організація праці та виробництва. На підставі цих досліджень розробляються заходи та засоби, спрямовані на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці. Подібну роботу ми проведемо і в дипломній роботі.

«Так, на спроектованій ділянці механічної обробки деталей можуть виникати наступні умови, що потребують уваги:

1. Надлишковий шум від обладнання, який не повинен перевищувати дБа.
2. Небезпека ураження електричним шумом.
3. Забруднення повітря як пилом, димом, так і результатами від роботи технологічного обладнання.
4. Небезпека загоряння електроустановок та матеріалів, що використовуються в процесі виробництва, а також допоміжні матеріали, спецодяг і т.д.
5. Небезпека отримання механічних травм від працюючого обладнання через відсутність захисних пристроїв, порушення, техніки безпеки при роботі з стружкою і т. п.

Крім умов, що можуть бути джерелом небезпеки, шкідливо впливаючих на здоров'я працюючих підприємство повинно бути захищено від пожеж, забезпечено санітарно-гігієнічними пристроями для життєдіяльності працюючих в т.ч. туалетами, кімнатами для перевдягання та прийому їжі і т.п.» [15].

« Якщо розглянути поступово ці елементи захисту, то можна зробити деякі узагальнення. Заземлення є самим простим та доступним елементом для забезпечення захисту працюючих від ураження електричним струмом при пробоях ізоляції та інших варіантах попадання напруги на металічні частини станків, що приводяться в рух електроустановками напругою 380 В.

Оскільки на ділянці не повинно бути шкідливих виділень, але в процесі виробництва станки, люди, виділяють тепло, вологу та при механічній обробці можливі виділення диму, то в розрахунках буде запропонована загально обмінна вентиляція.

Робота в цехах повинна бути забезпечена достатнім нормальним штучним освітленням, оскільки природне освітленням в наших кліматичних умовах не може створити умов для високопродуктивної праці на протязі 2-х або 3-х змін, що часто є необхідністю при виборі найбільш вигідних варіантів для виконання певних замовлень виробництва.

Для забезпечення регулювання потреб в електроенергії буде запропоновано місцеве та загальне освітлення люмінесцентними лампами. Природне освітлення ділянки буде забезпечено вікнами та верхніми ліхтарями, що повинно створити умови для використання денного світла в денний період.

Згідно закону України “Про пожежну безпеку” підприємства повинні бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння, до яких можна віднести: пісок, пожежний інструмент (сокири, гаки, лопати, відра), вогнегасники, рукава, мережу підводу води, бочки з водою і т.п.» [15].

Відповідно до норм забезпечення підприємств первинними засобами пожежогасіння виберемо необхідні елементи згідно з класом пожежі, що можуть виникати в виробничих приміщеннях.

«Крім забезпечення первинними засобами пожежогасіння для сигналізації про наявність пожежі, особливо при відсутності робочого персоналу, підприємство буде забезпечено засобами пожежної сигналізації з виводом сигналу на внутрішню локальну систему, або централізований пункт диспетчерської служби.

При цьому будемо враховувати той факт, що найдешевшими є датчики - оповісники теплові, димові і ручні на задіяні яких ми побудуємо схему пожежної сигналізації . Вибір елементів пожежної сигналізації буде виконуватися на основі

положення, яке складається при загорянні матеріалів, установок та які складові продуктів згорання є визначними для найшвидшої дії на відповідні датчики – оповісники: тепло, дим.

Крім перерахованих виробничих приміщень та елементів захисту персоналу від дії виробничих факторів адміністрація підприємства при обладнанні допоміжних приміщень повинна потурбуватись про забезпечення електробезпеки, пожежної безпеки і т.п.

Для забезпечення таких приміщень повинні бути використані вимоги “євро безпеки”, тобто трьохполюсні розетки з заземлюючим контактом, обладнанні відповідними вогнегасниками краще з вуглекислою для своєчасного гасіння осередків пожежі» [15].

4.2 Вибір схеми проектування заземлення

«Причини нещасних випадків від електроструму різноманітні та багаточисленні, але основними з них при роботі з електроустановками напругою до 1000В можна вважати :

а) випадковий дотик до струмопровідних частин, що знаходяться під напругою;

б) дотик до частин електроустановок, які випадково виявились під напругою внаслідок недотримання правил техніки безпеки, дефектів конструкцій та неправильного монтажу електрообладнання, пошкодження ізоляції або іншої неполадки;

в) попадання під напругу під час проведення ремонтних робіт на відключеному електрообладнанні внаслідок помилкового його включення;

г) відсутність надійних захисних засобів.

Заходи захисту від електроструму забезпечують недоступність струмопровідних частин для випадкового дотику шляхом ізоляції та

загороджування; пониженою напругою; заземленням та зануленням електроустановок ; автоматичним відключенням ; індивідуальним захистом і ін.

Заземлення є одним з елементів для захисту працюючих від появи напруги на металевих частинах електроустановок, що не проводять струм. Захисне заземлення - це навмисне з'єднання з землею або її еквівалентом металевих струмонепровідних частин електричного і технологічного обладнання, які можуть опинитись під напругою. Захисне заземлення є простим, ефективним і широко поширеним способом захисту людини від ураження електричним струмом при дотику до металевих поверхонь, які виявились під напругою. Це забезпечується зниженням напруги між обладнанням, що виявилось під напругою, і землею до безпечної величини. Використовується в трифазній три провідній мережі з напругою до 1000В з ізольованою нейтраллю і вище 1000В - з любым режимом нейтралі» [15].

«Конструктивними елементами захисного заземлення є: заземлювачі (металеві провідники, що знаходяться в землі) і заземлювальні провідники (з'єднують обладнання, що заземляється із заземлювачем). При наявності захисного заземлення струм, що перейшов внаслідок пробоя ізоляції на не струмопровідні елементи установки або обладнання, при дотику до них людини піде не тільки через його тіло, але і через заземлюючий пристрій у землю, і далі, в результаті недосконалості ізоляції та наявності ємкості проводів сіті відносно землі, до двох інших фаз» [15].

Схема виконання захисного заземлення представлена на рис.4.2

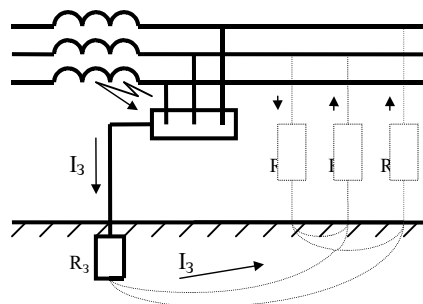


Рисунок 4.1 Схема виконання захисного заземлення

Враховуючи, що на виробництві застосована схема 4-х провідна з глухо заземленою нейтраллю та на виконання вимог ПУЕ приймаємо до уваги, що система заземлення повинна мати опір 4 Ом. Це забезпечить необхідний захист персоналу від ураження струмом.

4.3 Розрахунок заземлення

«Для виконання розрахунків та конструктивного оформлення заземлення прийmemo необхідні вихідні данні:

Питомий опір ґрунту в районі заводу , $\text{Ом} \cdot \text{м}$: $\rho = 50$;

Заземлюючі стержні-електроди з сталі діаметром, мм: $d = 12$

Довжина заземлюючих стержнів-електродів, м: $l = 2,5$;

Ширина з'єднувальної полоси, м: $B = 0,05$;

Відношення віддалі між заземлювачами до їх довжини: $L/l=3$;

Спосіб розміщення вертикальних електродів: в ряд.

Відстань від поверхні землі до верхнього краю вертикальних електродів, м: $t=0,5$ » [15]..

Схема заземлюючого пристрою приведена на рис.4.2.

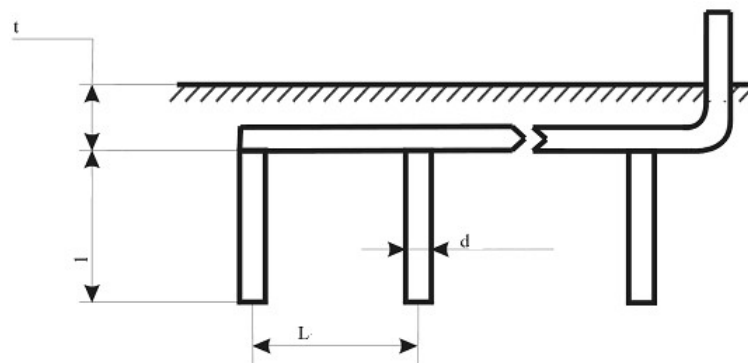


Рисунок 4.2 Схема заземлюючого пристрою

«Розрахунком ми маємо визначити кількість вертикальних електродів, необхідних для виконання заземлюючого пристрою, протяжність з'єднуючої штаби та розрахунковий опір заземлюючого пристрою. Розрахунок ведемо за [17].

1. Визначаємо віддаль від поверхні землі до середини вертикального заземлювача:

$$t = t_0 + \frac{l}{2}; \quad (4.1)$$

де t_0 – віддаль від поверхні землі до верхнього краю вертикальних електродів, м:

$$t_0 = 0,5 \text{ м};$$

l – довжина електроду, $l = 2,5 \text{ м}$;

$$t = 0,5 + \frac{2,5}{2} = 1,75 \text{ м};$$

2. Знаходимо опір розтіканню струму одиничного вертикального заземлювача» [15]:

$$R_g = 0,366 \cdot \frac{\rho}{l} \cdot \lg \frac{2 \cdot l}{d} + 0,5 \cdot \lg \frac{4 \cdot t + l}{4 \cdot t - l}; \quad (4.2)$$

де ρ – питомий опір ґрунту, $\text{Ом} \cdot \text{м}$: $\rho = 50 \text{ Ом} \cdot \text{м}$;

l – довжина електроду, м: $l = 2,5 \text{ м}$;

d – діаметр заземлювача, м: $d = 0,012 \text{ м}$;

$$R_g = 0,366 \cdot \frac{50}{2,5} \cdot \left(\lg \frac{2 \cdot 2,5}{0,012} + 0,5 \cdot \lg \frac{4 \cdot 1,75 + 2,5}{4 \cdot 1,75 - 2,5} \right) = 15,7 \text{ Ом};$$

3. «Розраховуємо необхідну кількість вертикальних електродів без врахування коефіцієнта використання вертикальних електродів, приймаючи до уваги, що згідно ПУЕ, опір повинен бути $R_{\text{дон}} \leq 4 \text{ Ом}$.

$$n_{\varepsilon} = \frac{R_{\varepsilon}}{R_{\text{дон}}}; \quad (4.3)$$

де $R_{\text{дон}}$ – допустимий опір розтіканню струму заземлюючого пристрою: $R_{\text{дон}}=4$ Ом;

$$n_{\varepsilon} = \frac{15,7}{4} = 3,93;$$

Прийнято $n_{\varepsilon}=4$ вертикальних електроди.

4. Вибираємо коефіцієнт використання вертикальних електродів, що враховує екранування заземлювачів:

$$\eta_0 = 0,89$$

5. Розраховуємо кількість вертикальних заземлювачів з врахуванням коефіцієнта використання:

$$n_{\varepsilon} = \frac{R_{\varepsilon}}{R_{\text{дон}} \cdot \eta_{\varepsilon}} = \frac{15,7}{4 \cdot 0,89} = 4,41;$$

Прийнято $n_{\varepsilon}=5$ вертикальних заземлювачі.

6. Розраховуємо відстань між електродами з виразу:

$$L/l = 3 \Rightarrow L = l \cdot 3 = 2,5 \cdot 3 = 7,5 \text{ м.}$$

7. Знаходимо довжину з'єднувальної полоси вертикальних електродів:

$$L_{\text{пол}} = 1,05 \cdot L \cdot n; \quad (4.4)$$

де n – кількість заземлювачів; $n=3$;

$$L_{\text{пол}} = 1,05 \cdot 7,5 \cdot 5 = 39.375 \text{ м.}$$

8. Визначаємо опір розтіканню струму з'єднувальної полоси:

$$R_{\text{пол}} = 0,366 \cdot \frac{\rho}{L_{\text{пол}}} \cdot \left(\lg \frac{2 \cdot L \cdot n^2}{B \cdot t_0} \right); \quad (4.5)$$

де B – ширина з'єднувальної полоси, м; $B=0,05$ м;

$$R_{пол} = 0,366 \cdot \frac{50}{40} \cdot \left(\lg \frac{2 \cdot 7,5 \cdot 5^2}{0,05 \cdot 0,5} \right) = 1,91 \text{ Ом};$$

9. Визначаємо коефіцієнт використання горизонтального полосового заземлювача, який з'єднує вертикальні електроди: $\eta_n = 0,9$.

10. Визначаємо опір розтіканню струму всього заземлюючого пристрою:

$$R_3 = \frac{R_e \cdot R_n}{R_e \cdot \eta_n + R_n \cdot \eta_e \cdot n}; \quad (4.6)$$

$$R_3 = \frac{15,7 \cdot 1,91}{15,7 \cdot 0,9 + 1,91 \cdot 0,89 \cdot 5} = 1,325 \text{ Ом};$$

Опір струму, який розтікається всього заземлюючого пристрою складає $R_3 = 1,325$ Ом, що не перевищує допустимого $R_{дон} = 4$ Ом.» [15].

5 Висновки

В дипломній роботі розроблено технологічний процес виготовлення деталі «Вал» із застосуванням сучасних верстатів з ЧПК моделі 16K20Ф3. Виконано розрахунки: типу виробництва, собівартості заготовки, припусків, режимів різання, норм часу. На основі аналізу двох варіантів отримання заготовок прийнято рішення, що для даного типу виробництва найбільш економічним буде отримання заготовки з прокату.

В конструкторському розділі виконано розрахунки верстатного пристрою для фрезерування шпонкових пазів. Для забезпечення операції контролю відповідальної поверхні деталі спроектовано контрольно-вимірвальний пристрій для контролю радіального биття $\varnothing 25$.

В розділі охорони праці розглянуті основні заходи пожежної профілактики на об'єктах.

В додатках приведено технологічний процес виготовлення деталі «Вал», специфікації та керуючу програму на верстат з ЧПК.

Список використаних джерел

1. Добрянський С.С., Малафєєв Ю.М., Пуховський Є.С. Проектування та виробництво заготовок. Підручник для студентів машинобудівних спеціальностей ВНЗ. / Під редакцією Коренькова В.М. Київ: НТУУ «КПІ», 2014 353 с., іл.
2. Боженко Л. І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок. Львів: Світ, 1996. 368 с.
3. Шабайкович В.А. Выбор оптимального технологического процесса механической обработки деталей машин. Львов, 1975. 25 с.
4. Мельничук П.П., Боровик А.І., Лінчевський П.А., Петраков Ю.В. Технологія машинобудування. Житомир: ЖДТУ, 2005. 882
5. Технологія машинобудування. Навчальний посібник / За ред. І. І. Юрчишина. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009 528 с.
6. Технологія машинобудування. Посібник-довідник для виконання кваліфікаційних робіт: Навчальний посібник / Юрчишин І.І. та ін. Видавництво НУ «Львівська політехніка». 2009. 528 с.
7. Технологія машинобудівних підприємств: підручник / В. Л. Дикань, Ю. Є. Калабухін, Н. Є. Каличева та ін., за заг. ред. В. Л. Диканя. Харків: УкрДУЗТ, 2020. 386 с.
8. Залога В. О. Сучасні інструментальні матеріали у машинобудуванні: навчальний посібник / В. О. Залога, О. О. Залога, В. Д. Гончаров; за загальн. ред. В.О. Залого. Суми: Сумський державний університет, 2013. 371 с.
9. Данюк В. М., Абрамов В. М. Нормування праці. К.: ВІПОЛ, 1995. 465 с.
10. Кирилович В. А. Нормування часу та режимів різання для токарних верстатів з ЧПУ. / В. А. Кирилович, П. П. Мельничук, В. А. Яновський ; під заг. ред. В. А. Кириловича. Житомир : ЖІТІ, 2001. 600 с.

11. Гордєєв А. І., Урбанюк Є. А., Безносів А. Є., Мігаль В. Г. Курсове та дипломне проектування для технології машинобудування та металорізальних верстатів. Навчальний посібник, ХНУ, 2005, 300 с.
12. Гордєєв А. І. Урбанюк Є. А., Сілін Р. С. Збірник задач з проектування технологічного оснащення: Навчальний посібник. Хмельницький: ХНУ 2013. 159 с., іл.
13. Железна А. М., Кирилович В. А. Основи взаємозамінності, стандартизації та технічних вимірювань: Навчальний посібник. К.: Кондор, 2004. 796 с.
14. Гайдамака А. В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків : навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання. Харків : НТУ «ХП», 2020. 275 с.
15. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, та ін. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. К.: Основа, 2006. 448 с.
16. Освітня програма бакалавра спеціальності 131 Прикладна механіка