

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ *Віталій ІВАНОВ*

«___» *грудня* 2023 р.

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ЛАПИ
БУРИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ШЛЯХОМ ЙОГО СТРУКТУРНО-
ПАРАМЕТРИЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ**

Кваліфікаційна робота (проєкт) магістра

Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»

Освітня програма – «Факультет технічних систем та енергоефективних технологій»

Студент

Андрій ДУДАРЬ

Керівник

Андрій ДОВГОПОЛОВ

Нормоконтроль

Артем ЄВТУХОВ

Суми – 2023

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ
«Сумський державний університет»

Інститут, факультет	<u>факультет технічних систем і енергоефективних технологій</u>
Кафедра	<u>технології машинобудування, верстатів та інструментів</u>
Освітньо-науковий рівень	<u>другий (магістерський)</u> (назва)
Спеціальність	<u>131 – прикладна механіка</u> (шифр і назва)
Освітня програма	<u>технології машинобудування</u> (назва освітньої програми, за наявності)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів та
інструментів

_____ Віталій ІВАНОВ

«__» _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (ПРОЄКТУ) ЗДОБУВАЧА

Дударь Андрій Вікторвич
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) **«Удосконалення технологічного процесу виготовлення лапи бурильного обладнання шляхом його структурно-параметричної оптимізації»**
- керівник проекту **Довгополов Андрій Юрійович** канд. техн. наук
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «04» грудня 2023 року за №1401-VI

2. Строк подання студентом роботи (проекту) «17» грудня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи (проекту)

Креслення деталі «Лапа».

Типовий технологічний процес виготовлення деталі Лапа.

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

1. Виконати аналіз первинної інформації про деталь.

2. Удосконалити технологічний процес виготовлення деталі.

3. Розробити конструкцію верстатного пристрою та провести структурно-параметричну оптимізацію операції 080 Токарна з ЧПК шляхом заміни її шліфувальною з ЧПК
4. Розглянути питання охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

5. Консультанти розділів роботи (проєкту)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	Фалько В. В., ст. викладач кафедри ЕтаПТ		

6. Дата видачі завдання «10» вересня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи (проєкту)	Строк виконання етапів роботи (проєкту)	Примітка
1	1. Аналіз первинної інформації про деталь.	01.10.2023	
2	2. Удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі.	01.10.2023	
3	3. Розробити конструкцію верстатного пристрою та провести структурно-параметричну оптимізацію операції 080 Токарна з ЧПК шляхом заміни її шліфувальною з ЧПК	01.11.2023	
4	Підготовка розділу з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	01.12.2023	
5	Формулювання загальних висновків	10.12.2023	
6	Підготовка доповіді	12.12.2023	
7	Підготовка презентації	12.12.2023	
8	Оформлення роботи	14.12.2023	

Здобувач

_____ (підпис)

Керівник роботи (проєкту)

_____ (підпис)

Андрій ДУДАРЬ

_____ (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Андрій ДОВГОПОЛОВ

_____ (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота магістра становить 64 сторінки, в тому числі 23 рисунків, 9 таблиць, бібліографії із 24 джерел на трьох сторінках, чотирьох додатків на 17 сторінках.

Актуальність теми. Деталь лапа «УНЗ 231.01.01.00» є частиною бурового долота шарошечного Ш-250,8 К-ПГВ УХЛ1. Дане долото використовують для буріння отворів у ґрунту або гірських порід. Основним завданням галузі інженерного знання, такої як технологія машинобудування, є постійне удосконалення або розробка ефективних технологічних процесів механічної обробки, що враховують останні досягнення науки та техніки. Один із варіантів вдосконалення технологічного процесу деталі лапа «УНЗ 231.01.01.00» є заміна токарної операції на шліфувальну для забезпечення більшої точності та якості оброблених поверхонь.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виготовлення деталі гільза лапа бурильного обладнання.

Предмет дослідження – Токарна з ЧПК операція технологічного процесу.

Мета роботи. Провести удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі лапа бурильного обладнання шляхом структурно-параметричної оптимізації технологічних операцій.

Завдання дослідження:

1) виконати аналіз типового технологічного процесу виготовлення деталі лапа бурильного обладнання, визначити недоліки існуючого технологічного процесу;

2) розробити більш ефективний технологічний процес виготовлення деталі;

3) здійснити вибір сучасного металообробного обладнання на операції механічної обробки та автоматизований підбір ріжучого інструменту та режими різання для обраних операцій;

4) дослідити вплив режимів різання на шорсткість на операції 080 Токарна з ЧПК та отримати значення шорсткості для подальшого дослідження.

5) провести структурно – параметричну оптимізацію операції 080 Токарна з ЧПК шляхом заміни її Шліфувальною з ЧПК

Методи дослідження. Дослідження у рамках кваліфікаційної роботи проводилися на основі теоретичних та практичних положеннях технології машинобудування та теорії різання. Розрахунок припусків заготовки виконувалися автоматизованим способом з використанням спеціалізованого програмного забезпечення. При виконанні дипломного проекту було використано реальні експерименти з деталями та з замірами розмірів, шорсткості, твердості після обробки як на токарній операції так і на шліфувальній. Планування експерименту здійснювалося за методикою повнофакторного експерименту. Аналіз значущості технологічних факторів здійснювався засобами дисперсійного аналізу.

Наукова новизна одержаних результатів: в ході виконання кваліфікаційної роботи було виконано автоматизований підбір ріжучого інструменту та режимів різання для механічних операцій. У результаті обробки даних експериментального дослідження засобами дисперсійного аналізу було отримано графіки основних впливів режимів різання та шліфування на шорсткість.

Практичне значення отриманих результатів полягає у тому, що на основі експериментальних досліджень та проведення структурно-параметричної оптимізації було проведено правильний підбір шліфувального круга, режимів шліфування для деталі лапа «УНЗ 231.01.01.00» забезпечивши більший час роботи на шліфувального інструменту та підвищення точності та шорсткість обробки.

ЛАПА,БУРОВЕ ДОЛОТО, ШЛІФУВАННЯ,ОБРОБЛЕННЯ

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ.....	9
1.1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. Опис їх конструктивних особливостей та умов експлуатації.....	9
1.2 Аналіз технічних умов та вимог до конструкції деталі. Визначення технологічних завдань щодо її виготовлення.....	11
1.3 Характеристика типу та організаційної форми виробництва.....	12
1.4 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	12
1.5 Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі.....	13
1.6 Висновок та завдання для удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі.....	22
2 УДОСКОНАЛЕННЯ ІСНУЮЧОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ ТА РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ.....	23
2.1.1 Огляд матеріалу деталі.....	23
2.1.2 Інструментальні матеріали для обробки сталі 20Х13.....	24
2.2 Складання варіантів технологічних маршрутів та вибір оптимального.....	24
2.3 Обґрунтування способу отримання, розрахунок та формулювання технічних вимог на виготовлення первинної заготовки.....	34
2.5 Призначення та обґрунтування схем базування та закріплення заготовки.....	38
2.6 Обґрунтування та вибір моделей металорізальних верстатів.....	45
2.7 Обґрунтування та вибір верстатних пристроїв, різального та вимірювального інструментів.....	46
3 ПРОВЕДЕННЯ СТРУКТОРНО-ПАРАМЕТРИЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ОПЕРАЦІЇ 080 ТОКАРНА З ЧПК ШЛЯХОМ ЗАМІНИ ЇЇ ШЛІФУВАЛЬНОЮ ОПЕРАЦІЄЮ З ЧПК.....	50
3.1 Методологія дослідження та планування експерименту.....	50
ВИСНОВОКИ.....	61
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	62

ВСТУП

Актуальність теми. Деталь лапа «УНЗ 231.01.01.00» є частиною бурового долота шарошечного Ш-250,8 К-ПГВ УХЛ1. Дане долото використовують для буріння отворів у ґрунту або гірських порід. Основним завданням галузі інженерного знання, такої як технологія машинобудування, є постійне удосконалення або розробка ефективних технологічних процесів механічної обробки, що враховують останні досягнення науки та техніки. Один із варіантів вдосконалення технологічного процесу деталі лапа «УНЗ 231.01.01.00» є заміна токарної операції на шліфувальну для забезпечення більшої точності та якості оброблених поверхонь.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виготовлення деталі гільза лапа бурильного обладнання.

Предмет дослідження – Токарна з ЧПК операція технологічного процесу.

Мета роботи. Провести удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі лапа бурильного обладнання шляхом структурно-параметричної оптимізації технологічних операцій.

Завдання дослідження:

1) виконати аналіз типового технологічного процесу виготовлення деталі лапа бурильного обладнання, визначити недоліки існуючого технологічного процесу;

2) розробити більш ефективний технологічний процес виготовлення деталі;

3) здійснити вибір сучасного металообробного обладнання на операції механічної обробки та автоматизований підбір ріжучого інструменту та режими різання для обраних операцій;

4) дослідити вплив режимів різання на шорсткість на операції 080 Токарна з ЧПК та отримати значення шорсткості для подальшого дослідження.

5) провести структурно – параметричну оптимізацію операції 080 Токарна з ЧПК шляхом заміни її Шліфувальною з ЧПК

Методи дослідження. Дослідження у рамках кваліфікаційної роботи проводилися на основі теоретичних та практичних положеннях технології машинобудування та теорії різання. Розрахунок припусків заготовки виконувалися автоматизованим способом з використанням спеціалізованого програмного забезпечення. При виконанні дипломного проекту було використано реальні експерименти з деталями та з замірами розмірів, шорсткості, твердості після обробки як на токарній операції так і на шліфувальній. Планування експерименту здійснювалося за методикою повнофакторного експерименту. Аналіз значущості технологічних факторів здійснювався засобами дисперсійного аналізу.

Наукова новизна одержаних результатів: в ході виконання кваліфікаційної роботи було виконано автоматизований підбір ріжучого інструменту та режимів різання для механічних операцій. У результаті обробки даних експериментального дослідження засобами дисперсійного аналізу було отримано графіки основних впливів режимів різання та шліфування на шорсткість.

Практичне значення отриманих результатів полягає у тому, що на основі експериментальних досліджень та проведення структурно-параметричної оптимізації було проведено правильний підбір шліфувального круга, режимів шліфування для деталі лапа «УНЗ 231.01.01.00» забезпечивши більший час роботи на шліфувального інструменту та підвищення точності та шорсткість обробки.

Особистий внесок магістранта. Магістрантом виявлено недоліки типового технологічного процесу виготовлення лапа «УНЗ 231.01.01.00». Запропоновано нововведення, що включають в себе удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі. Виконано підбір інструменту та режимів шліфування. Досліджено вплив режимів швидкості та подачі на фактори різання при токарній, шліфувальній обробці. Сформульовано рекомендації щодо підвищення продуктивності.

Апробація роботи. Немає.

Публікації. Немає.

1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

1.1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. Опис їх конструктивних особливостей та умов експлуатації

Деталь лапа «УНЗ 231.01.01.00» є частиною шарошечного долота, відповідальною за руйнування гірських порід або ґрунту під час буріння.



Рисунок 1.1 – Долото шарошечное

Шарошечні долота використовуються в гірничодобувній та нафтогазовій промисловості для буріння свердловин у гірських породах і ґрунтах. Основні застосування шарошечних доліт включають:

1. Видобуток нафти і газу: Шарошечні долота широко використовуються при бурінні свердловин для видобутку нафти і газу. Вони можуть бути ефективними в руйнуванні твердих гірських порід, таких як вапняк чи сланець, де інші типи бурових інструментів можуть виявити обмежену ефективність.

2. Гірничодобувна промисловість: У гірничодобувній промисловості шарошечні долота використовуються для руйнування гірських порід під час розробки кар'єрів або гірничих шахт. Вони можуть застосовуватися в різноманітних гірничих умовах і розрізняються за конструкцією відповідно до властивостей ґрунтів чи порід.

3. Будівельна індустрія: Шарошечні долота використовуються для буріння отворів в ґрунтах для будівництва фундаментів, опорних стін, мостів та інших інженерних споруд.

4. Геологічне буріння: В геологічних дослідженнях і розвідці використовують шарошечні долота для отримання інформації про гірські породи, їх склад і властивості.

5. Водогінне буріння: Шарошечні долота застосовуються у водогінному бурінні для прокладання свердловин для вилучення підземних вод.

Шарошечні долота відзначаються високою ефективністю і можливістю роботи в різних умовах ґрунту та порід, що робить їх популярними в різних галузях промисловості.

Лапа в шарошечному долоті є однією з важливих частин, яка взаємодіє з гірськими породами або ґрунтом під час буріння. Лапа представляє собою зовнішню частину зуба, яка вступає в контакт з матеріалом буріння. За рахунок запресованих “зубів” які виготовлені з будь-яких твердих матеріалів такого як карбід вольфраму, або іншого матеріалу, що має високу твердість і стійкість до зношування.

Основна функція лапи полягає в тому, щоб руйнувати гірські породи або інші тверді матеріали, з якими долото приходить у контакт. Під час обертання шарошечного долота лапи зубів збільшують видалення матеріалу, допомагаючи виймати витіснений ґрунт або розчинювати породу. Лапа також повинна бути досить міцною і стійкою до температурних та механічних навантажень, оскільки процес буріння може бути високотемпературним та вимагати великих сил.

Розташування, конструкція та форма лап визначаються вимогами конкретного типу буріння і характеристиками гірських порід або ґрунту, які буряться. Лапи можуть бути розташовані на зубах долота у вигляді специфічного малюнка для оптимізації процесу буріння в конкретних умовах.

1.2 Аналіз технічних умов та вимог до конструкції деталі. Визначення технологічних завдань щодо її виготовлення

Деталь «Лапа» - тіло обертання відношення довжини якої становить 1 до діаметру $d - \frac{l}{d} = \frac{130}{246} = 0,53 < 1 < 1$, маса деталі становить – 4,6 кг.

Проаналізуємо креслення деталі. На кресленні присутні наступні технічні вимоги до деталі, згідно з якими:

- 1) Заготовка поз.1 лиття 20ХН3А ДСТУ 8781:2018 НВ170...240
- 2) Твердість НВ170...240 – ця вимога визначає твердість деталі в діапазоні від 170 до 240 по Брінелю. Необхідну твердість можна досягти шляхом гартування та відпалу заготовки після заготівельної операції, це необхідно для зменшення напруги металу та покращення оброблюваності заготівки.
- 3) Невказані розміри поз.1 див. креслення лиття 357.Л205.04.0014.
- 4) *Розміри для довідки.
- 5) Розміри в дужках забезпечити при спільній обробці с пальцем замковим.
- 6) Невказані граничні відхилення розмірів: Н14 , h14 , ± IT14/2. Розміри з вказаним квалітетом не вимагають точної обробки. Щоб отримати необхідний допуск не потрібно виконувати чистову операцію, оскільки дані розміри оброблюються на чорновій операції, це в свою чергу підвищує технологічність

деталі, зменшує час обробки і знос інструменту. б) Гострі кромки притупити фаско 0.5x45°. Задирки не допускаються.

Виконаємо аналіз та розшифровку допусків форм та розташування зображених на кресленні:

↗	0,02	Л
---	------	---

Співвісне биття становить 0,02 мм.

Якщо не дотриматись заданих допусків форм та розташування, можуть У разі невиконання заданих вимог можуть виникнути проблеми збирання вузла, що може призвести до браку деталі та неможливого застосування деталі та вузла по технологічному призначенню.

1.3 Характеристика типу та організаційної форми виробництва

Для визначення типу виробництва необхідні річний обсяг випуску та маса деталі. З річною програмою випуску $N_p = 300$ шт. та з масою 4,6 кг при цьому ми можемо сказати що наше виробництво відноситься до дрібносерійного.

Розрахункову кількість деталей у партії розраховуємо за формулою:

$$N = \frac{N \cdot a}{259}$$

Де $a = 24$ дні- періодичність запуску деталей у виготовлення

$$N_{\text{парт.р}} = \frac{300 \cdot 24}{259} = 28 \text{ шт.}$$

1.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

Удосконалення технологічності конструкції дозволяє зменшити трудомісткість і собівартість виробництва деталі. Беручи до уваги призначення деталі, ми не зможемо спростити елементи конструкції деталі, оскільки це може призвести до неможливості застосування направляючого апарату за призначенням.

Найбільш точними розмірами деталі є канавка $\varnothing 27h7$ що відповідає 7 квалітету точності, та $\varnothing 56,5 h7$ що відповідає 7 квалітету точності і $\varnothing 61,5 h7$ що відповідає 7 квалітету точності. Мінімальним значенням шорсткості деталі є значення $R_a 0,8$. Вищезазначені значення допусків та шорсткість можна забезпечити на верстатах з нормальною точністю.

Виходячи з функціонального призначення деталі і аналізу технічних вимог, та обраного матеріалу можна зробити наступні висновки: призначені конструктором розмірна і геометрична точність забезпечать нормальну роботу механізмів, а матеріал деталі який використовується цілком задовольняє необхідним вимогам.

1.5 Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі

Проведемо аналіз базового технологічного процесу, що використовувався для виробництва деталі Лапа на підприємстві. У базовому процесі послідовність операцій технологічного процесу цілком відповідає загальноприйнятим. Технологічний процес виготовлення деталі та обладнання операції наведено в таблиці 1.1

Таблиця 1.1- Базовий технологічний процес.

Дубл. Зам. Підп.																
												8	1			
Розроб. Узгод.								УНЗ 231.01.01.00 СБ								
Н. контр.								Лапа								
M01	Сталь 20ХН3А															
M02	Код	ОВ	МД	ОН	Н.втр	КВМ	Код заготовки	Профіль та роміри	КД	МЗ						
		г						Лиття	З							
A	Цех	Діл.	РМ	Опер.	Код, найменування операції					Позначення документу						
Б	Код, найменування обладнання					СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	К шт	Тп.з	Т шт
A	005 Розточка															
Б	2А622-1															
О	Встановити, виставити, закріпити заготовку в пропонуванні на столі верстата. Підрізати торці з боку $\varnothing 34,8$ та															
06	з боку шийки $\varnothing 48f7$ на 5 мм. Контролювати площину торців калібром. Свердлити відп. $\varnothing 8$ на глибину 64 мм.															
07	Повернути стіл на 180° , фрезерувати заточування $\varnothing 25$ витримати розмір 109мм, свердлити отв. центр А6,3															
08	Повернути стіл на 52° , свердлити з боку шийки $\varnothing 48f7$ відп. $\varnothing 15$ на глибину $125_{(+1)}$. Повернути стіл на 90° ,															
09	свердлити відп. $\varnothing 15$, витримувати розмір 14,5 ($40-25,5=14,5$) згідно виду А-А. Повернути стіл на 90° , свердлити															
10	відп. центр. А6,3. Повернути стіл на 81° , свердлити і розгорнути відп. $\varnothing 17H7$, витримати розміри $89_{(+0,2)}$															
11	фрезерувати заточування $\varnothing 15$ згідно виду И.															
T	Пристрій для кріплення лапи.															
13	калібр для контролю площини торців лапи															
MK														1		

Дубл.																										
Зам.																										
Підп.																										
																					2					
Розроб.															УНЗ 231.01.01.00 СБ											
Узгод.																										
Н. контр.															Лапа											
А	Цех	Діл.	РМ	Опер.	Код, найменування операції							Позначення документу														
Б	Код, найменування обладнання							СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	К шт	Тп.з	Т шт								
А	010 Слюсарна																									
Б	24СЛ																									
04	Встановити в отвір лапи 17Н7 палець замковий УНЗ 224.01.00.01, виготовлений з припуском згідно ескізу.																									
05																										
06																										
А	015 Свердлильна																									
Б	24СЛ																									
О	Встановити та закріпити у лещатах. Свердлити і розгорнути отв. Ø4JS7 Відповідно до виду И																									
10																										
11																										
А	020 Токарна ЧПК																									
Б	02ТВ ЧПК																									
О	Точити на центрах шийку лапи Ø48.5 (крес. Ø48f7), з підрізанням торця на довжині 40 і жолобником R3																									
16	Точити фаски 1x45°. Точити конусну поверхню 45° до Ø70 згідно з видом Б.																									
МК																										2

Дубл. Зам. Підп.																							
																				3			
Розроб. Узгод.									УНЗ 231.01.01.00 СБ														
Н. контр.									Лапа														
А	Цех	Діл.	РМ	Опер.	Код, найменування операції						Позначення документа												
Б	Код, найменування обладнання						СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	К шт	Тп.з	Т шт						
А	025 Токарна																						
Б	16K20																						
04	Точити на центрах під цементацию бігові дροжки лапи згідно з технологічним ескізом до операції.																						
05																							
06																							
А	030 Розточувальна																						
Б	2A622-1																						
О	Встановити, виставити, закріпити заготовлю в 3-х кулачковому патроні за $\varnothing 48,5$. Фрезерувати 2 зниження																						
10																							
11																							
А	020 Токарна ЧПК																						
Б	02ТВ ЧПК																						
О	Точити на центрах шийку лапи $\varnothing 48.5$ (крес. $\varnothing 48f7$), з підрізанням торця на довжині 40 і жолобником R3																						
16	Точити фаски $1 \times 45^\circ$. Точити конусну поверхню 45° до $\varnothing 70$ згідно з видом Б.																						
МК																							3

Дубл.																			
Зам.																			
Підп.																			
																		4	
Розроб.						УНЗ 231.01.01.00 СБ													
Узгод.						Лапа													
Н. контр.						Лапа													
А	Цех	Діл.	РМ	Опер.	Код, найменування операції						Позначення документу								
Б	Код, найменування обладнання						СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	К шт	Тп.з	Т шт		
А	040 Токарна																		
Б	03ТВ																		
04	Встановити заготовлі лап у 3-х місцеве пристосування для точіння зовнішнього діаметра. Точити $\varnothing 246_{(\pm 0,1)}$																		
05	3-х місний пристрій для точіння $\varnothing 246$																		
06																			
А	045 Малярська																		
Б	82ПР																		
О	Для запобігання цементації нанести захисне покриття на поверхні Б відповідно технологічного ескізу до операції.																		
10	Склад захисної пасти: рідке скло 70%, двоокис титану 30% 20 куб.см мідного купоросу на 1 літр пасти (або паста АЗЛК).																		
11	Перед нанесенням покриття прогріти деталь і температури 50°C. Деталь з нанесеним покриттям сушити до застигання захисного шару.																		
А	050 Термічна																		
Б	02ТВ ЧПК																		
О	81ТО																		
16	Цементувати: h= 1,6 ... 2 мм. Час витримки в карбюризаторі не менше 24 годин при температурі 920°C - 950°C.																		
МК																			4

Дубл. Зам. Підп.																		
																		5
Розроб. Узгод.						УНЗ 231.01.01.00 СБ												
	Лапа																	
Н. контр.						Лапа												
A	Цех	Діл.	PM	Опер.	Код, найменування операції				Позначення документу									
Б	Код, найменування обладнання				СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	К шт	Тп.з	Т шт			
A	055 Термічна																	
Б	81ТО																	
04	Нормалізація. Нагрівання до температури 870°C - 890°C, витримка 0,5 – 1 год. Охолодження на повітрі.																	
05	3-х місний пристрій для точіння Ø246																	
06																		
A	060 Термічна																	
Б	81ТО																	
О	Відпустка. Нагрівання до температури 630 °С - 650°C, витримка 4 - 5 годин. Охолодження на повітрі.																	
10	065 Термічна																	
11	81ТО																	
A	Загартування. Нагрів до температури 790°C - 810°C, витримка 0,5-1 год. Охолодження в полімері (концентрація 12%)																	
Б																		
О																		
16																		
МК																		5

Дубл. Зам. Підп.															
													6		
Розроб. Узгод.				УНЗ 231.01.01.00 СБ											
	Лапа														
Н. контр.															
А	Цех	Діл.	РМ	Опер.	Код, найменування операції				Позначення документу						
Б	Код, найменування обладнання				СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	К шт	Тп.з	Т шт
А	070 Термічна														
Б	81ТО														
04	Відпустка. Нагрівання до температури 180 °С - 200°С, витримка 3 - 5 годин. Охолодження на повітрі.														
05															
06															
А	075 Зварювальна														
Б	843С														
О	Наплавити поверхню кільцевої канавки $\varnothing 45,5 R8,5$ згідно з видом Д. Два зниження шириною 14 з відп. $\varnothing 8$														
10	і кільцеву канавку $\varnothing 41/\varnothing 34,8$ запобігти попаданню наплавного матеріалу.														
11	Наплавний матеріал: провідка: EnDOtec Do*04 $\varnothing 1,6$.														
А	080 Токарна														
Б	16К20														
О	Встановити на центрах по осі бігових доріжок. Підрізання торець наплавлення, витримати розмір $20_{(\pm 0,02)}$.														
16	Точити бігові доріжки лапи в міру згідно з видом В.														
МК														6	

Дубл. Зам. Підп.														
												7		
Розроб. Узгод.							УНЗ 231.01.01.00 СБ							
Н. контр.	Лапа													
А	Цех	Діл.	РМ	Опер.	Код, найменування операції			Позначення документу						
Б	Код, найменування обладнання			СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	К шт	Тп.з	Т шт
А	085 Токарна													
Б	03ТВ													
04	Встановити в пристрій для точіння поверхні шийки Ø48f7. Точити Ø48f7 згідно креслення.													
05	Пристрій для точіння поверхні шийки Ø48													
06														
А	090 Розточна													
Б	2A622-1													
О	Встановити, виставити, закріпити заготовку в 3-х кулачковому патроні за Ø48f7. Розточити отв.Ø18,4Н7													
10	згідно з видом Е-Е. Свердлити 10 отв. Ø8Н7 (розмір уточнити по зубках) згідно з видами Б і Ж-Ж.													
11	Фрезерувати зварний шов пальця до основного металу (зрізати зварний шов).													
А	095 Зварювальна													
Б	843С													
О	Наплавити на зовнішню поверхню лапи зміцнювальний шар витримавши розміри згідно креслення види А-А та Б.													
16	Наплавний матеріал: дріт порошковий Hardox 55 Ø1,2.													
МК												7		

Дубл. Зам. Підп.																						
																		8				
Розроб. Узгод.					УНЗ 231.01.01.00 СБ																	
Н. контр.	Лапа																					
A	Цех	Діл.	РМ	Опер.	Код, найменування операції							Позначення документу										
B	Код, найменування обладнання							СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	К шт	Тп.з	Т шт				
A	100 Слюсарна																					
B	82ПР																					
O	Запресувати 10 твердосплавних вставок BK6C G54 в отвори лапи згідно креслення.																					
04																						
05																						
06																						
07																						
08																						
09																						
10																						
11																						
12																						
13																						
16																						
MK																		8				

В основному технологічному процесі виявлено кілька недоліків. Використовується застаріле обладнання, яке є некерованим і має низьку продуктивність. Це застаріле обладнання обмежує здійснення високопродуктивної обробки та використання сучасних та ефективних ріжучих інструментів. Операції базового процесу не враховують використання пристроїв та устаткування. Діючі пристрої та устаткування застарілі та неефективні, надаючи недостатню продуктивність. Модерні верстати є більш продуктивними, і їх можна використовувати як альтернативу застарілому радянському обладнанню. Щодо додаткового обладнання для закріплення деталі під час фрезерування, його потрібно впроваджувати через те, що форми деталі не дозволяють використовувати стандартні пристосування. Таким чином, виникає потреба розробити спеціальне обладнання для фрезерних операцій.

1.6 Висновок та завдання для удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі

Отже, в ході виконання дипломного проекту потрібно виконати наступні завдання:

Обрати заготовку та метод її отримання, який буде відповідати типу виробництва та буде максимально економічно вигідним.

Оптимізувати технологічний процес виготовлення деталі, обрати доцільний маршрут обробки деталі;

Замінити застаріле обладнання на сучасне та продуктивніше, що дозволить підвищити продуктивність обробки деталі;

Провести структурно-параметричну оптимізацію операцій технологічного процесу

2 УДОСКОНАЛЕННЯ ІСНУЮЧОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ ТА РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЙ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ

2.1.1 Огляд матеріалу деталі

Сталь 20ХН3А є легованою конструкційною сталлю, яка відноситься до класу низьколегованих сталей. Ця сталь виготовляється шляхом легування заліза хромом, нікелем та іншими елементами для покращення її механічних властивостей. Назва 20ХН3А вказує на хімічний склад сталі.

Основні характеристики сталі 20ХН3А:

Хімічний склад:

- Вуглець (С): 0.18–0.23%
- Кремній (Si): 0.17–0.37%
- Марганець (Mn): 0.90–1.20%
- Хром (Cr): 2.80–3.30%
- Нікель (Ni): 2.80–3.30%
- Азот (N): 0.020–0.030%

Механічні властивості:

- Межа текучості: не менше 835 МПа
- Міцність на розтягнення: не менше 980 МПа
- Відносне подовження при розриві: не менше 9%
- Ударна в'язкість: не менше 47 Дж (при температурі -60°C)

Термічна обробка:

- Піддається термічній обробці, такій як загартування і відпуск, для досягнення потрібних механічних властивостей.

Застосування:

Зазвичай використовується в машинобудуванні та металургії для виготовлення деталей, що вимагають високої міцності та стійкості.

Ця сталь може бути використана для виробництва різноманітних деталей, включаючи ті, які використовуються в гірничодобувній та нафтогазовій промисловості, в тому числі для бурових доліт.

Сталь 20ХН3А має високу міцність та відносну пластичність, що може бути важливими характеристиками для деталей лапи бурового долота. Однак для бурових ділянок з особливо високою твердістю гірських порід чи при великих об'ємах роботи може бути розглянута сталь з ще більшою твердістю або особливими технологічними додатками, такими як використання тврдосплавних вставок.

2.1.2 Інструментальні матеріали для обробки сталі 20Х13

Геометрія ріжучої пластини інструменту відіграє значущу роль у формуванні стружки, виникненні сили різання та становленні шорсткості поверхні. У проведеному статистичному дослідженні були розглянуті розподіли кута різання, кута зазору, переднього кута та радіуса кута.

Кут різання інструменту визначається як кут між проекцією головної різальної кромки на основну площину і напрямком подачі. Його значення впливає на формування стружки, її форму, напрямок підйому та товщину.

Задній кут, який визначається як кут між верхньою поверхнею ріжучої пластини та поверхнею заготовки, впливає на формування стружки, температуру та тривалість служби інструменту. Кут зазору, в залежності від типу оброблюваного матеріалу, може бути позитивним, нейтральним або негативним, при цьому найпоширенішими є кути зазору 0° та позитивний кут 7° .

Передній кут відіграє важливу роль у визначенні сили різання, впливаючи на передні кути під час процесу різання. Великі передні кути зазвичай сприяють зменшенню сили різання.

2.2 Складання варіантів технологічних маршрутів та вибір оптимального

Основними даними для цього етапу є знання про типові маршрути обробки поверхонь, або груп поверхонь. Укрупнені операції часто включають переходи, які

не можливо виконати за один установ. Для цього необхідно прийняти рішення про принцип подальшого проектування: диференціацію чи концентрацію побудови операцій. У процесі проектування маршрутного технологічного процесу необхідно враховувати наступні фактори:

- Рекомендується проектувати технологічні процеси за принципом поетапності, тобто виконувати чорнові операції, а потім чистові операції;

- У першу чергу обробляють бази для наступних операцій, а потім обробляють поверхні з найбільшим припуском і напуском, оскільки використовуються форсовані режими різання, що вимагає великих сил різання;

- В останню чергу обробляється найбільш точна поверхня.

Базовий технологічний процес виготовлення деталі «Лапа» є цілком логічним і послідовним у плані технологічного маршруту виготовлення.

Таблиця 2.1-Прийнятий технологічний процес обробки деталі «Лапа»

Дубл. Зам. Підп.																					
												8				1					
Розроб. Узгод.								УНЗ 231.01.01.00 СБ													
Н. контр.								Лапа													
M01	Сталь 20ХН3А																				
M02	Код	ОВ	МД	ОН	Н.втр	КВМ	Код заготовки	Профіль та розміри	КД	МЗ											
		г						Лиття	З												
А	Цех	Діл.	РМ	Опер.	Код, найменування операції						Позначення документу										
Б	Код, найменування обладнання						СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	К шт	Тп.з	Т шт				
А	005 Розточка ЧПК																				
Б	DMU60																				
О	Встановити, виставити, закріпити заготовку в пропонуванні на столі верстата. Підрізати торці з боку Ø34,8 та																				
06	з боку шийки Ø48f7 на 5 мм. Контролювати площину торців калібром. Свердлити відп. Ø8 на глибину 64 мм.																				
07	Повернути стіл на 180°, фрезерувати заточування Ø25 витримати розмір 109мм, свердлити отв. центр А6,3																				
08	Повернути стіл на 52°, свердлити з боку шийки Ø48f7 відп. Ø15 на глибину 125 ⁽⁺¹⁾ . Повернути стіл на 90°,																				
09	свердлити відп. Ø15, витримувати розмір 14,5 (40-25,5=14,5) згідно виду А-А. Повернути стіл на 90°, свердлити																				
10	відп. центр. А6,3. Повернути стіл на 81°, свердлити і розгорнути відп. Ø17Н7, витримати розміри 89 ^(+0,2)																				
11	фрезерувати заточування Ø15 згідно виду И.																				
Т	Пристрій для кріплення лапи.																				
13	калібр для контролю площин торців лапи																				

МК		1
----	--	---

Дубл. Зам. Підп.															
													2		

Розроб. Узгод.						УНЗ 231.01.01.00 СБ									
Н. контр.	Лапа														

А	Цех	Діл.	РМ	Опер.	Код, найменування операції					Позначення документу						
Б	Код, найменування обладнання				СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	К шт	Тп.з	Т шт	
А	010 Слюсарна															
Б	24СЛ															
04	Встановити в отвір лапи 17Н7 палець замковий УНЗ 224.01.00.01, виготовлений з припуском згідно ескізу.ескізу.															
05																
06																
А	015 Свердлильна															
Б	24СЛ															
О	Встановити та закріпити у лещатах. Свердлити і розгорнути отв. Ø4JS7 Відповідно до виду И															
10																
11																
А	020 Токарна ЧПК															
Б	02ТВ ЧПК															
О	Точити на центрах шийку лапи Ø48.5 (крес. Ø48f7), з підрізанням торця на довжині 40 і жолобником R3															
16	Точити фаски 1x45°. Точити конусну поверхню 45° до Ø70 згідно з видом Б.															

МК		2
----	--	---

Дубл. Зам. Підп.																		
Розроб. Узгод.									УНЗ 231.01.01.00 СБ									
Н. контр.	<i>Лапа</i>																	
A	Цех	Діл.	РМ	Опер.	Код, найменування операції						Позначення документу							
B	Код, найменування обладнання					СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	К шт	Тп.з	Т шт		
A	025 Токарна ЧПК																	
B	Mazak																	
04	Точити на центрах під цементацию бігові дрозки лапи згідно з технологічним ескізом до операції.																	
05																		
06																		
A	030 Розточувальна ЧПК																	
B	DMU60																	
O	Встановити, виставити, закріпити заготовлю в 3-х кулачковому патроні за Ø48,5 . Фрезерувати 2 зниження																	
10																		
11																		
A	020 Токарна ЧПК																	
B	02ТВ ЧПК																	
O	Точити на центрах шийку лапи Ø48.5 (крес. Ø48f7), з підрізанням торця на довжині 40 і жолобником R3																	
16	Точити фаски 1x45°. Точити конусну поверхню 45° до Ø70 згідно з видом Б.																	
МК																		3

Дубл. Зам. Підп.																			
																			4
Розроб. Узгод.						УНЗ 231.01.01.00 СБ													
Н. контр.						Лапа													
А	Цех	Діл.	РМ	Опер.	Код, найменування операції				Позначення документу										
Б	Код, найменування обладнання					СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	К шт	Тп.з	Т шт			
А	040 Токарна																		
Б	03ТВ																		
04	Встановити заготовлі лап у 3-х місцеве пристосування для точіння зовнішнього діаметра. Точити $\emptyset 246_{(\pm 0,1)}$																		
05	3-х місний пристрій для точіння $\emptyset 246$																		
06																			
А	045 Малярська																		
Б	82ПР																		
О	Для запобігання цементациї нанести захисне покриття на поверхні Б відповідно технологічне ескізу до операції.																		
10	Склад захисної пасти: рідке скло 70%, двоокис титану 30% 20 куб.см мідного купоросу на 1 літр пасти (або паста АЗЛК).																		
11	Перед нанесенням покриття прогріти деталь і температури 50°C. Деталь з нанесеним покриттям сушити до застигання захисного шару.																		
А	050 Термічна																		
Б	02ТВ ЧПК																		
О	81ТО																		
16	Цементувати: h= 1,6 ... 2 мм. Час витримки в карбюризаторі не менше 24 годин при температурі 920°C - 950°C.																		
МК																		4	

Дубл.																		
Зам.																		
Підп.																		
																	5	
Розроб.									УНЗ 231.01.01.00 СБ									
Узгод.									Лапа									
Н. контр.																		
А	Цех	Діл.	РМ	Опер.	Код, найменування операції				Позначення документа									
Б	Код, найменування обладнання				СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	К шт	Тп.з	Т шт			
А	055 Термічна																	
Б	81ТО																	
04	Нормалізація. Нагрівання до температури 870°C - 890°C, витримка 0,5 – 1 год. Охолодження на повітрі.																	
05	3-х місний пристрій для точіння Ø246																	
06																		
А	060 Термічна																	
Б	81ТО																	
О	Відпустка. Нагрівання до температури 630 °С - 650°C, витримка 4 - 5 годин. Охолодження на повітрі.																	
10	065 Термічна																	
11	81ТО																	
А	Загартування. Нагрів до температури 790°C - 810°C, витримка 0,5-1 год. Охолодження в полімері (концентрація 12%)																	
Б																		
О																		
16																		
МК																	5	

Дубл. Зам. Підп.																
															6	
Розроб. Узгод.						УНЗ 231.01.01.00 СБ										
						Лапа										
Н. контр.																
	A	Цех	Діл.	РМ	Опер.	Код, найменування операції				Позначення документа						
B	Код, найменування обладнання					СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	К шт	Тп.з	Т шт
A	070 Термічна															
B	81ТО															
04	Відпустка. Нагрівання до температури 180 °С - 200°С, витримка 3 - 5 годин. Охолодження на повітрі.															
05																
06																
A	075 Зварювальна															
B	843С															
О	Наплавити поверхню кільцевої канавки Ø45,5 R8,5 згідно з видом Д. Два зниження шириною 14 з відп. Ø8															
10	і кільцеву канавку Ø41/Ø34,8 запобігти попаданню наплавного матеріалу.															
11	Наплавний матеріал: проводка: EnDOtec Do*04 Ø1,6.															
A	080 Токарна ЧПК															
B	Mazak															
О	Встановити на центрах по осі бігових доріжок. Підрізання торець наплавлення, витримати розмір 20($\pm 0,02$).															
16	Точити бігові доріжки лапи в міру згідно з видом В.															
MK															6	

Дубл. Зам. Підп.															
															7
Розроб. Узгод.						УНЗ 231.01.01.00 СБ									
Н. контр.						Лапа									
А	Цех	Діл.	РМ	Опер.	Код, найменування операції				Позначення документу						
Б	Код, найменування обладнання				СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	К шт	Тп.з	Т шт
А	085 Токарна														
Б	03ТВ														
04	Встановити в пристрій для точення поверхні шийки Ø48f7. Точити Ø48f7 згідно креслення.														
05	Пристрій для точіння поверхні шийки Ø48														
06															
А	090 Розточувальна														
Б	DMU60														
О	Встановити, виставити, закріпити заготовку в 3-х кулачковому патроні за Ø48f7. Розточити отв.Ø18,4Н7														
10	згідно з видом Е-Е. Свердли 10 отв. Ø8Н7 (розмір уточнити по зубках) згідно з видами Б і Ж-Ж.														
11	Фрезерувати зварувальний шов пальця до основного металу (зрізати прихватку).														
А	095 Зварувальна														
Б	843С														
О	Наплавити на зовнішню поверхню лапи зміцнювальний шар витримавши розміри згідно креслення види А-А та Б.														
16	Наплавний матеріал: дрід порошковий Hardox 55 Ø1,2.														
МК															7

Дубл. Зам. Підп.																
															8	
Розроб. Узгод.						УНЗ 231.01.01.00 СБ										
Н. контр.						Лапа										
А	Цех	Діл.	РМ	Опер.	Код, найменування операції					Позначення документу						
Б	Код, найменування обладнання					СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	К шт	Тп.з	Т шт
А	100 Слюсарна															
Б	82ПР															
О	Запресувати 10 твердосплавних вставок ВК6С G54 в отвори лапи згідно креслення.															
04																
05																
06																
07																
08																
09																
10																
11																
12																
13																
16																
МК															8	

2.3 Обґрунтування способу отримання, розрахунок та формулювання технічних вимог на виготовлення первинної заготовки

Ефективні техніко-економічні показники виготовлення деталі в значній мірі залежать від обраного методу отримання заготовки. Правильний вибір цього методу дозволяє зменшити трудомісткість механічної обробки, підвищити коефіцієнт використання матеріалів і знизити матеріаломісткість конструкції. Різноманітні аспекти, такі як матеріал деталі, її призначення, технічні вимоги та конфігурація, форма поверхонь і розміри, мають вплив на вибір оптимального методу отримання заготовки. Отже, задаванні вимоги до заготовок, що підлягають обробці на металорізальних верстатах, визначають оптимальний підхід до процесу виготовлення.

Заготовка повинна бути максимально наближеною по формі та розмірам до деталі, щоб зменшити її собівартість і коефіцієнт використання матеріалу.

Для першої механічної операції чорні поверхні повинні бути рівними та без будь-яких ливарних ухилів або штрихів. Аналіз креслення деталі, матеріалу, технічних вимог до виготовлення, габаритів, маси та об'єму випуску та техніко-економічне порівняння різних варіантів отримання дозволяє визначати вид заготовки

Для ефективного вибору заготовки необхідно одночасно враховувати всі вищезгадані фактори...

Порівняємо два варіанти отримання заготовки:

- кування на молотах;
- штампування на КГШП

Визначимо вартість заготовки за формулою:

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{C_j}{1000} \cdot Q \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_n \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{отх}}}{1000}$$

де C_j - базова вартість однієї тони заготовок, грн;

K_T - коефіцієнт, що залежить від класу точності заготовки;

K_C - коефіцієнт, що залежить від групи складності заготовки;

K_B - коефіцієнт, що залежить від маси заготовки;

K_M - коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу;

K_P - коефіцієнт, що залежить від обсягу виробництва;

Q - маса заготовки;

q - маса деталі;

$S_{отх}$ - вартість однієї тонни відходів, грн.

Для заготівлі, отриманої куванням:

$C_i=69000$ грн/т;

$K_T=1$

$K_c=1$

$K_B=0.78$

$K_M=1.21$

$K_P=1$

$Q=9,4$ кг

$q=4,6$ кг

$S_{отх}=10000$ грн/т.

Вартість заготовки, отриманої куванням на молотах:

$$S_{заг} = (69 \cdot 9,4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,78 \cdot 1,21 \cdot 1) - (9,4 - 4,6) \cdot 10 = 564,15 \text{ грн}$$

Для заготовки, отриманої штампуванням:

$C_i=69000$ грн/т;

$K_T=1$

$K_c=1$

$K_B=0.78$

$K_M=1.21$

$K_P=1$

$Q=8,6$ кг

Вартість заготовки, отримана штампуванням:

$$S_{заг} = (69 \cdot 8,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,78 \cdot 1,21 \cdot 1) - (8,6 - 4,6) \cdot 10 = 520 \text{ грн}$$

Оскільки вартість заготовки, отриманої методом штампування є меншою ніж вартість заготовки яка отримана методом кування, в якості способу отримання заготовки для деталі «лапа» приймаємо штампування.

Використовуючи ДСТУ 4121-2002, виконуємо розрахунки:

- Заготовка вироблена методом КГШП, отже клас точності заготовки – Т3.

- Група сталі заготовки – М1.

- Ступінь точності – С (залежність від відношення M_3/M_{ϕ} ,)

Де M_3 – розрахункова маса заготовки.

$$M_3 = M_d \cdot K_p$$

Де M_d - маса деталі;

$K_p \sim 1,6$ – розрахунковий коефіцієнт

$$M_3 = 4,6 \cdot 1,6 = 7,36 \text{ кг}$$

M_{ϕ} - маса опитувальної фігури.

$$M_{\phi.n} = \frac{\pi D^2}{4} \cdot L \cdot \rho$$

$$M_{\phi.1} = \frac{3,14 \cdot 242,8^2}{4} \cdot 150 \cdot 7,8 = 5,42 \text{ кг}$$

$$M_{\phi.2} = \frac{3,14 \cdot 55^2}{4} \cdot 40 \cdot 7,8 = 7,40 \text{ кг}$$

$$M_{\phi.3} = \frac{3,14 \cdot 95^2}{4} \cdot 73 \cdot 7,8 = 4 \text{ кг}$$

$$M_{\phi} = M_{\phi.1} + M_{\phi.2} - M_{\phi.3}$$

$$M_{\phi} = 5,42 + 2,78 - 8,28 = 8,82 \text{ кг}$$

Відношення $\frac{M_3}{M_{\phi}} = 0,83$ - отже, ступінь точності С1,

- Конфігурація рознімання штампа – по осі деталі.
- Вихідний індекс – 9. Залежить марки сталі, від маси і ступеня важкості та класу точності деталі.
- Виконаємо розрахунок додаткових припусків:
- зміщення поверхні рознімання штампу = 0.3;
- Овальність і відхилення від плоскості та прямолінійності = 0.5.

Розміри поковки, мм:

$$\emptyset 242,8 + 2 \cdot (2,5 + 0,3 + 0,5) = 249,4 \text{ мм} - \text{приймаємо } 250 \text{ мм};$$

$\varnothing 48 + 2 \cdot (2,5 + 0,3 + 0,5) = 54,6 \text{ мм} - \text{приймаємо } 55 \text{ мм};$
 $\varnothing 78 + 2 \cdot (2,5 + 0,3 + 0,5) = 84,6 \text{ мм} - \text{приймаємо } 85 \text{ мм};$
 $108 + 2 \cdot (2 + 0,3 + 0,3) = 113,2 \text{ мм} - \text{приймаємо } 113 \text{ мм};$
 $73 + 2 \cdot (2 + 0,3 + 0,3) = 78,2 \text{ мм} - \text{приймаємо } 78 \text{ мм};$
 $40 + 2 \cdot (2 + 0,3 + 0,3) = 45,2 \text{ мм} - \text{приймаємо } 45 \text{ мм};$

Допустимі відхилення розмірів (таблиця 2.2)

$\varnothing 250^{+1,8}_{-1,0}; \varnothing 55^{+1,8}_{-1,0}; \varnothing 85^{+1,8}_{-1,0}; \text{довжина } 113^{+1,1}_{-0,5}; \text{довжина } 78^{+1,1}_{-0,5}; \text{довжина } 45^{+1,1}_{-0,5};$

Мп.=7,36 кг

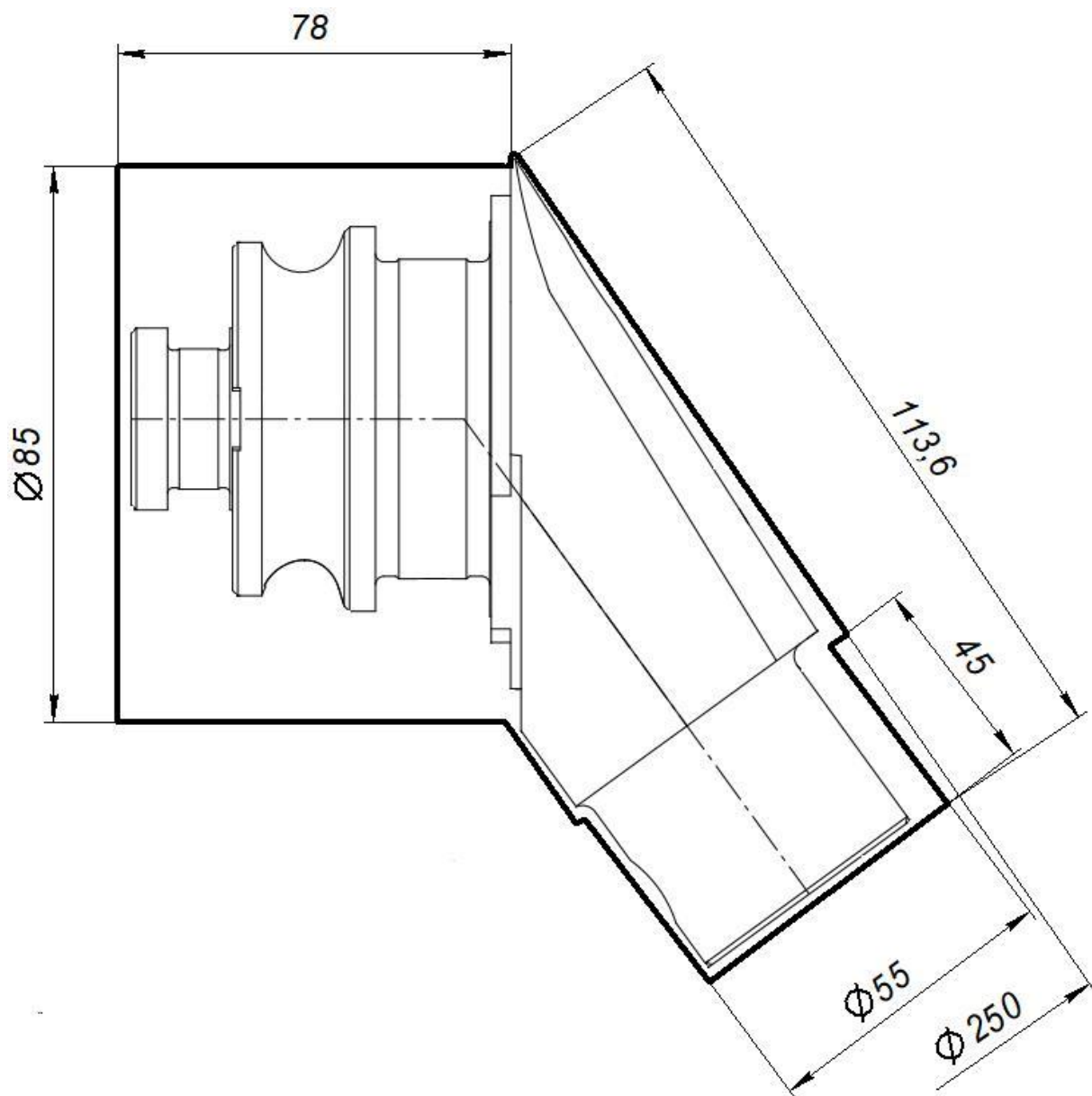


Рисунок 2.1 – Ескіз заготовки

2.5 Призначення та обґрунтування схем базування та закріплення заготовки

Обираємо операції 005 Розточувальна ЧПК,030 Розточувальна ЧПК,090 Розточувальна ЧПК для подальшого розгляду. На цих операціях розточник ЧПК потрібно для того щоб зробити отвори для подальшої роботи на операціях на токарному ЧПК верстаті. Але за рахунок що деталь має нестандартної форми її неможливо встановити в стандартні затискні пристрої які використовують при розточувальних, фрезерних роботах тому нам потрібно розробити затискний пристрій який можливо легко встановити на стіл верстату та без зайвих зусиль налаштувати прив'язку на верстаті.

За основу ми беремо сталеву пластину розмірами 250x250x45 та робимо в них отвори як вказано на рисунок 2.2 та робимо центрувальний вісь для додаткового закріплення основи до столу верстата рисунок 2.3

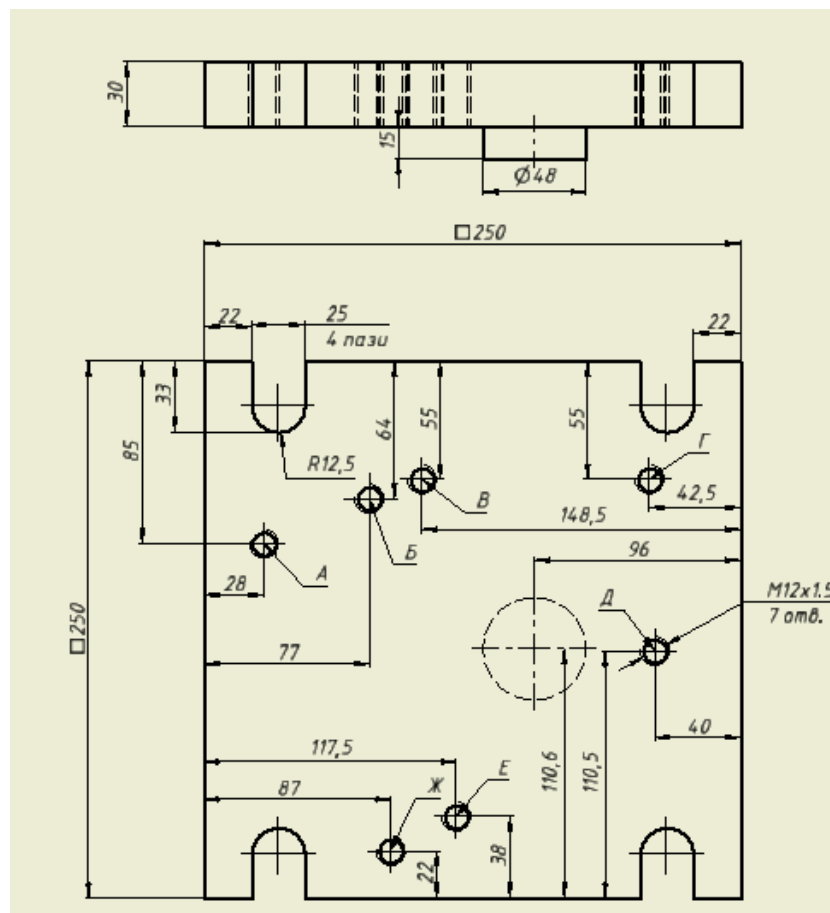


Рисунок 2.2 - Ескіз основної плити для роз точної работ.



Рисунок 2.3 – Стіл фрезерного верстата Deckel Maho DMU 60

Пази розмірами 25x33 R12.5 нам потрібні для того щоб зафіксувати основну плиту (рисунок 2.2) в одному положенні щоб вона не мала змоги здвинуватися під час роботи на рисунку 2.3 показано T подібні пази куди будуть встановлені прихвати . Різьбові отвори нам потрібні для того щоб встановити тримачі (рисунок 2,4) та (рисунок 2.5) отвори для їх встановлення позначенні буквами: А, Е для тримача 1 В,Г для тримача 2. Також нам потрібно встановити шпильки в кількості 2 штуки (рисунок 2.7) та одну спеціальну спеціальною шпилькою (рисунок 2.11) для того щоб затискної плити (рисунок 2.10) могла прижати деталь і зафіксувати її.

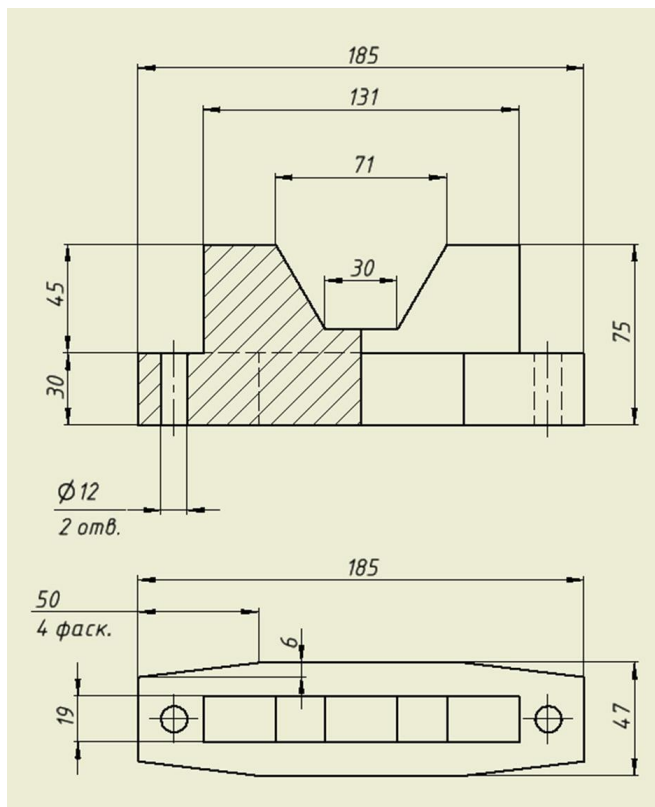


Рисунок 2.4 – Ескіз тримача 1

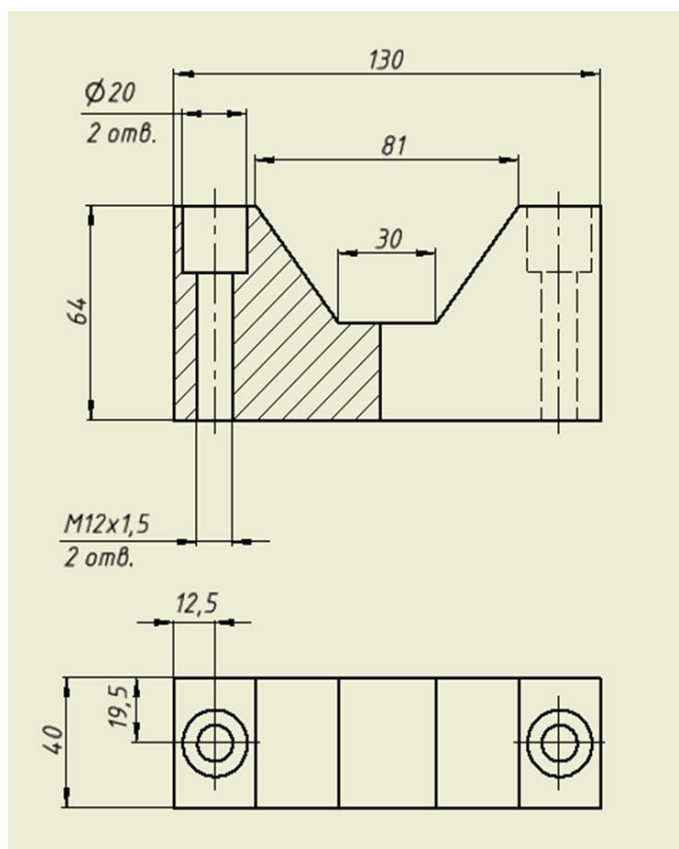


Рисунок 2.5 – Ескіз тримача 2

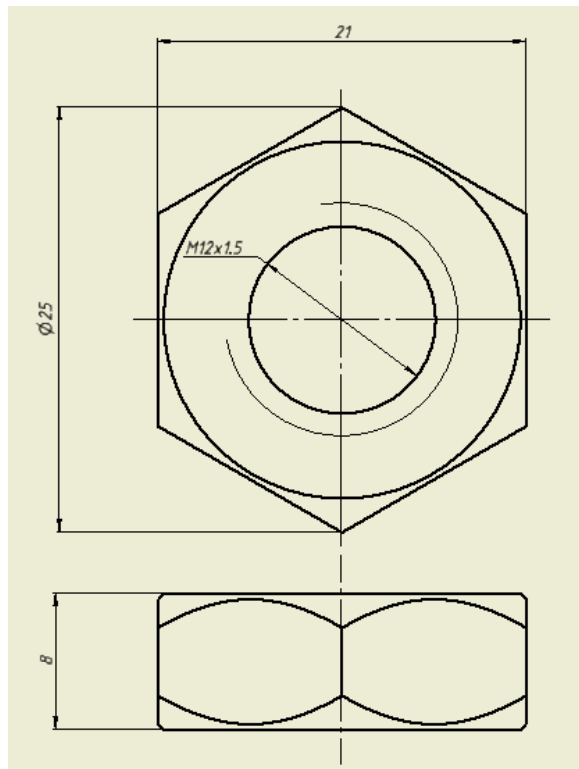


Рисунок 2.6 – Гайка для шпильки

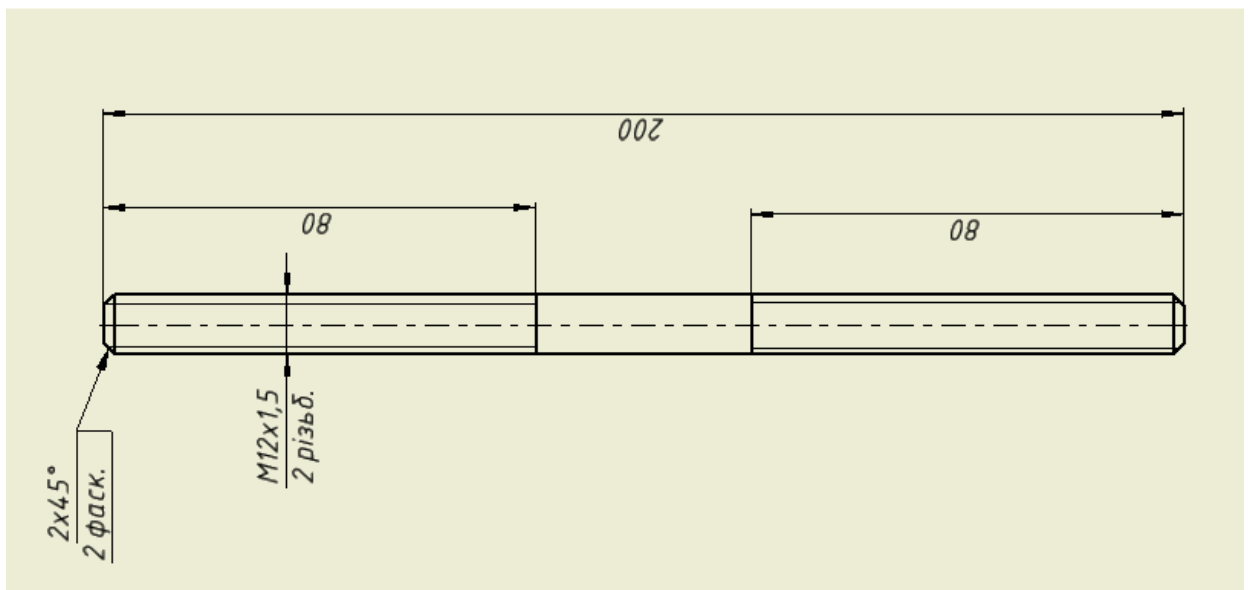


Рисунок 2.7 – Шпилька

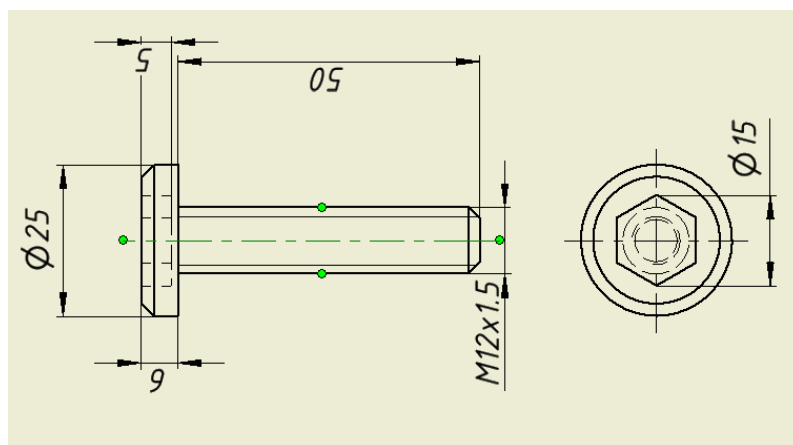


Рисунок 2.8 – Гвинт для тримача 1

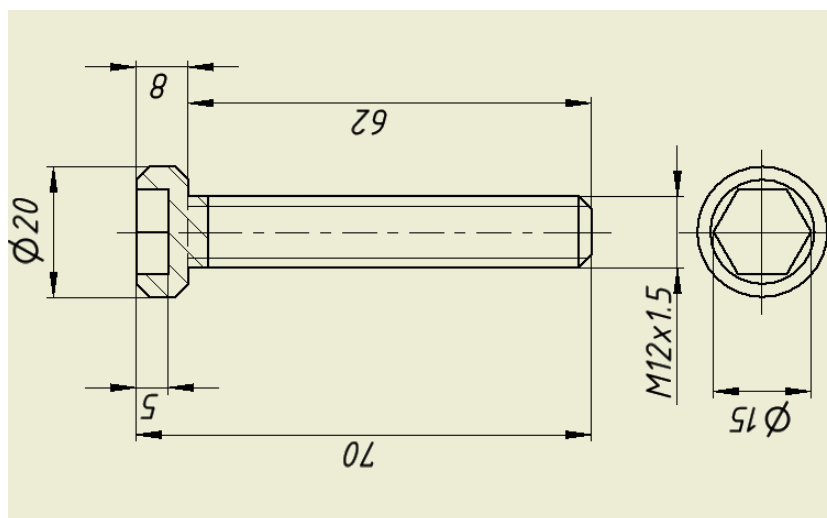


Рисунок 2.9 – Гвинтик для тримача 2

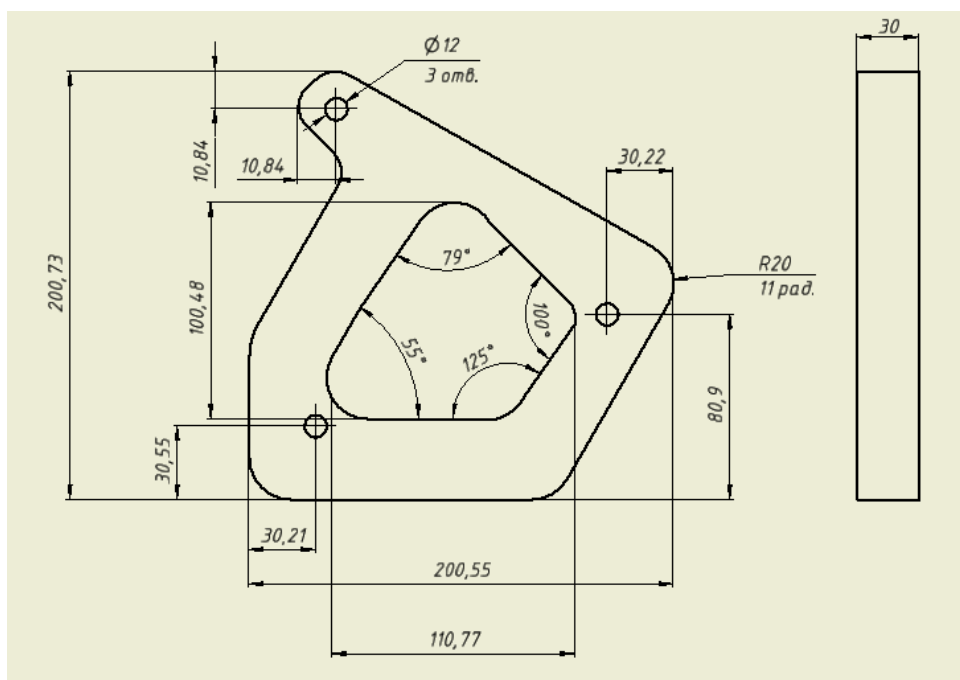


Рисунок 2.10 – Плита для затискання

Плита для затискання являє собою частину затискної системи яка повинна бути не дуже важкою для того щоб її можливо було легко прибрати для заміни заготовки або в разі якоїсь поломки. Фіксується вона на 3 шпильках(рисунок 2.7) та затискається гвинтами (рисунок 2.6). Плита може мати інші форми для полегшити конструкції але потрібно враховувати той факт що потрібно зробити ту форму так щоб вона перекривала тримачі для створення притискної сили на заготовку.

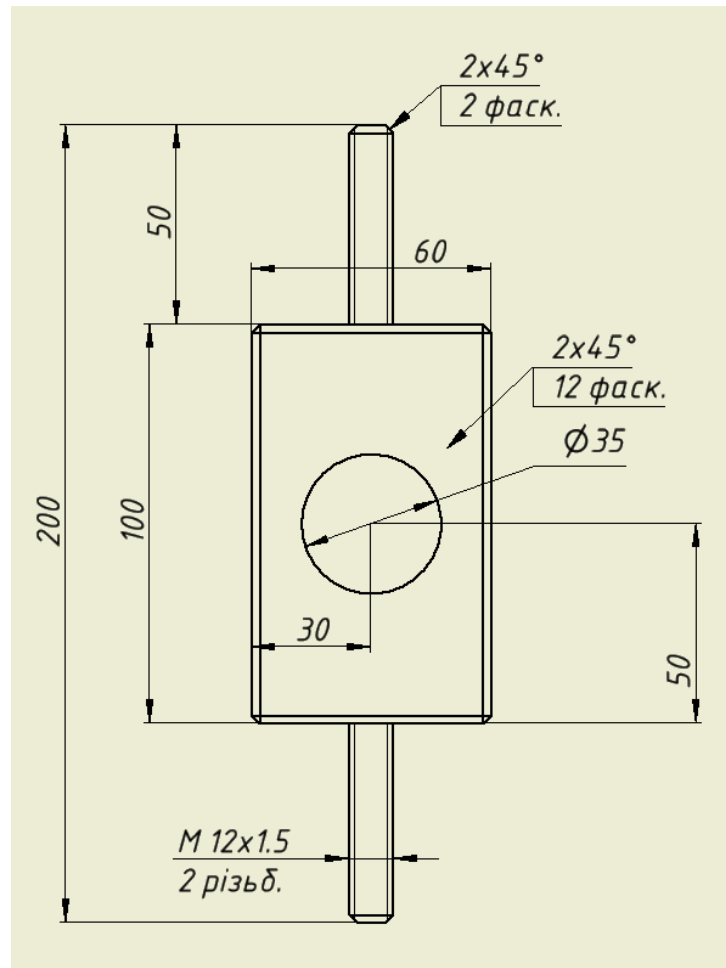


Рисунок 2.11 - Спеціальна шпилька

Спеціальна шпилька призначена для того щоб свердло могло розсвердлювати отвір для того щоб можливо було встановити деталь на центра та оброблювати на токарному станку з ЧПК.

В загальному виді цей затискний пристрій має виглядати так (рисунок 2.12)

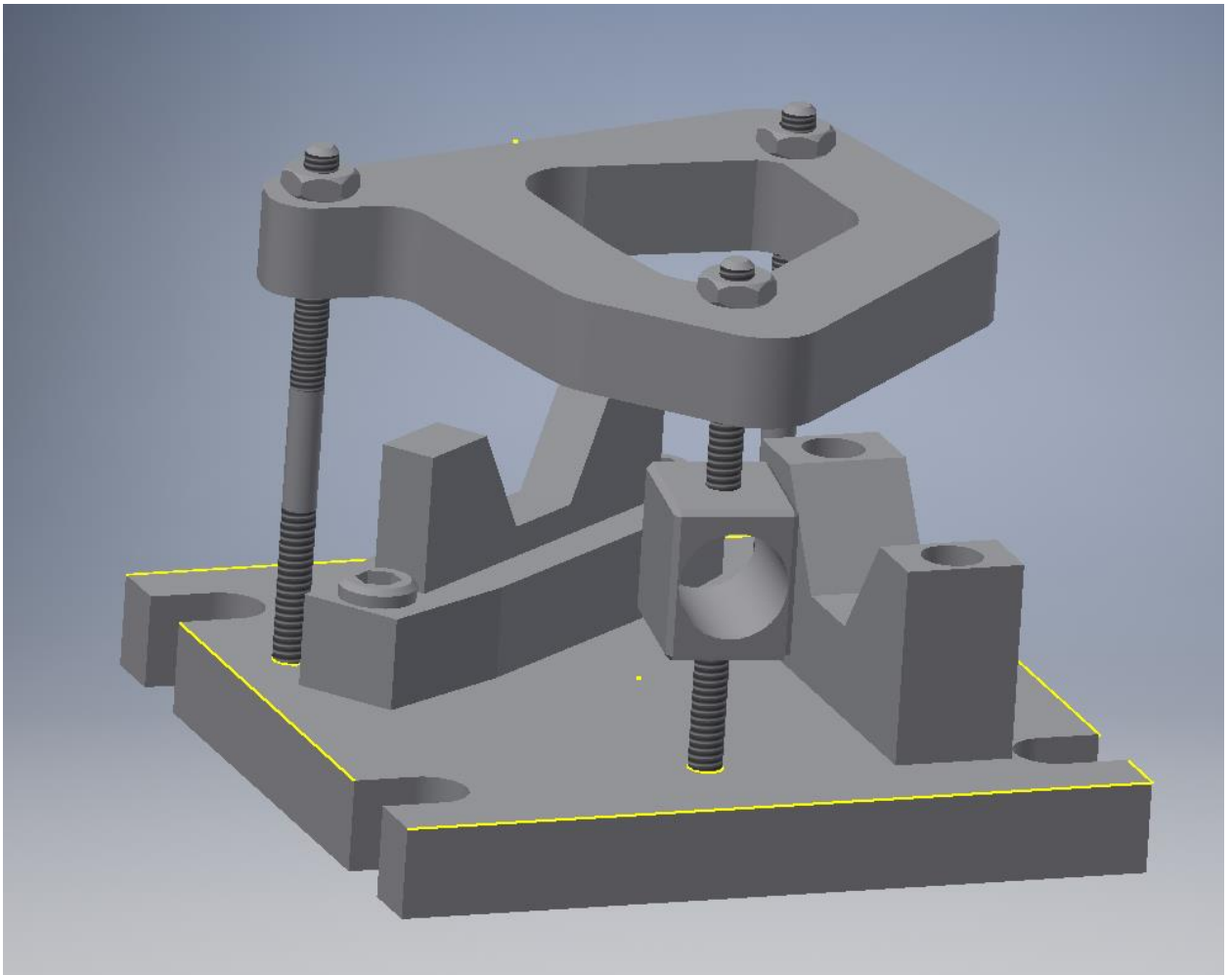


Рисунок 2.12 – Загальний вид притискного механізму

В металі звісно може бути трішки по інакшому за рахунок недостатньо матеріальної бази або зміри конструкції деталі.

Фото фізичної реалізації затискного механізму з деталлю показано рисунках 2.13 – 2.14.



Рисунок 2.13 – Затискний механізм

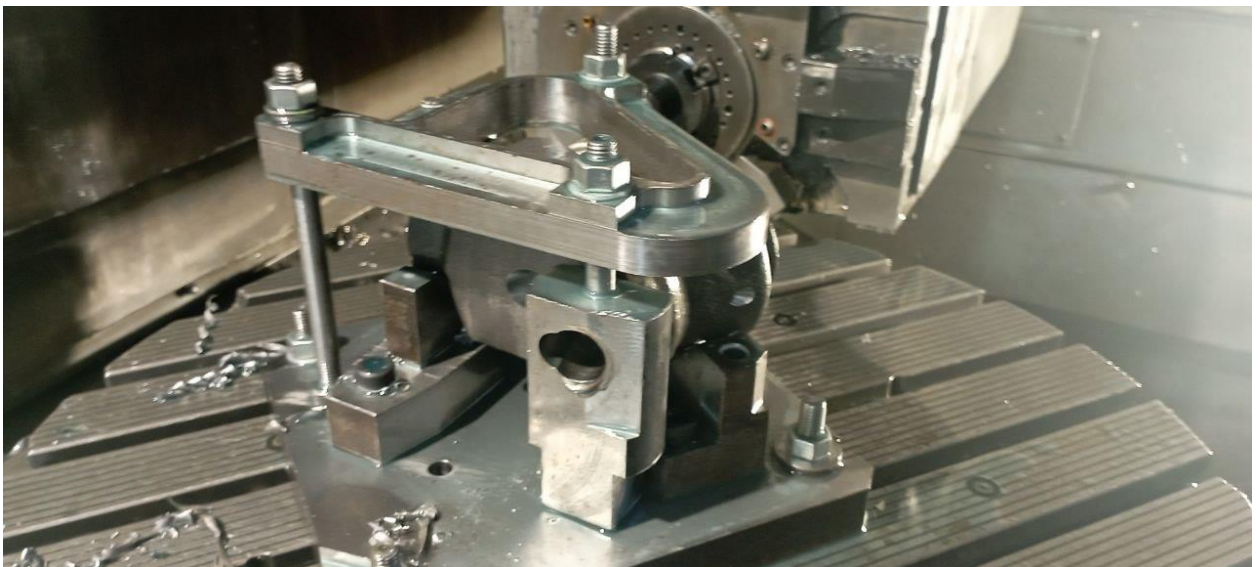


Рисунок 2.14 – Затискний механізм з деталлю

Цей пристрій позбавляє всіх ступенів вільності

2.6 Обґрунтування та вибір моделей металорізальних верстатів

Підбір верстатів для механічних операцій виконуємо з дотриманням наступних

- звертаємо увагу на методи обробки поверхонь;
- потужність двигуна підбраного верстату з урахуванням ККД повинна бути більше необхідної потужності різання;

- габарити робочого столу та простору верстату повинні дозволяти проводити необхідну обробку як можна більшого числа поверхонь за 1 установ;
- підібраний тип обладнання повинен бути відповідним типу заданого виробництва;
- кількість інструментів на механічних операціях не повинна перевищувати ємність магазину обраного верстата.

У модернізованому технологічному процесі для виконання операцій токарної обробки використовуються токарно-фрезерний центр з ЧПК моделі Mazak integrex 300Y , що призначені для токарної обробки зовнішніх (діаметром > 610 мм) та внутрішніх поверхонь (довжиною > 1000 мм) зі ступінчатими і криволінійними профілями в осьових перерізах.

Для проведення модернізації обладнання на механічних операціях 080 Токарна з ЧПК ми будемо використовувати шліфувальний верстат Studer s 40 CNC Безцентрово-шліфувальний верстат.

Таблиця 2.2 – Порівняльна характеристика Mazak integrex 300Y та Studer s 40

Характеристики	Одиниця вимірювання	Mazak integrex 300Y	Studer s 40
Частота обертання	об/хв	3500	Шліф. Круг 60000 Обертання шпинделя 650
Максимальний діаметр обробки	мм	610	225
Потужність	кВт	22	7.5
Довжина обробки	мм	1500	1000
Місткість магазину інструменту	шт	40	4
Габарити розміри верстата	мм	4850x2720 x2300	3750x1200 x2300
Вага верстата	кг	9200	5100

Звісно порівнювати верстат який призначений для токарних робіт та верстат для шліфувальних робіт це не зовсім доречно але в нашому випадку ми спробуємо впровадити за рахунок того що зменшим економічні затрати та покращення якості виробництва.

2.7 Обґрунтування та вибір верстатних пристроїв, різального та вимірювального інструментів

Враховуючи те що наша деталь буде мати цементацію нам потрібно ретельно вибрати варіанти шліфувальних кругів. В цьому нам допоможе нам допоможе ДСТУ ISO 603-1:2019.

З урахуванням цих фактів нам потрібно вибрати шліфувальний круг за такими показниками як:

- Матеріал, що обробляється. Для кожного матеріалу існують різні типи абразиву, зернистості і твердості шліфувальних кругів.
- Твердість матеріалу, що обробляється. Чим твердіший матеріал, тим твердішим повинен бути шліфувальний круг.
- Форма і розміри оброблюваної поверхні. Для шліфування плоских поверхонь використовують плоскі круги, для шліфування циліндричних поверхонь - циліндричні круги, для шліфування фасок - конічні круги.
- Тип обробки. Чим більш якісну обробку ви хочете отримати, тим дрібнішою повинна бути зернистість шліфувального круга.
- Режим шліфування. Швидкість різання, подача і глибина різання повинні відповідати типу шліфувального круга і матеріалу, що обробляється.

Детальний опис кожного з цих параметрів:

Матеріал, що обробляється

Для кожного матеріалу існують різні типи абразиву, які забезпечують найбільш ефективну обробку. Наприклад, для шліфування металу використовують абразиви з оксиду алюмінію, електрокорунду або алмазу. Для шліфування дерева використовують шкурки з абразивів на основі скляної сітки або оксиду алюмінію. Для шліфування каменю використовують алмазні круги.

Твердість матеріалу, що обробляється

Чим твердіший матеріал, тим твердішим повинен бути шліфувальний круг. Шліфувальний круг повинен бути жорсткішим, ніж оброблюваний матеріал, щоб уникнути його залипання в абразиві.

Форма і розміри оброблюваної поверхні

Для шліфування плоских поверхонь використовують плоскі круги, для шліфування циліндричних поверхонь - циліндричні круги, для шліфування фасок - конічні круги.

Тип обробки

Чим більш якісну обробку ви хочете отримати, тим дрібнішою повинна бути зернистість шліфувального круга. Зернистість вказує на розмір частинок абразиву. Чим нижча зернистість, тим дрібніше частинки абразиву і тим якісніша обробка.

Режими шліфування

Швидкість різання, подача і глибина різання повинні відповідати типу шліфувального круга і матеріалу, що обробляється. Швидкість різання визначає, як швидко шліфувальний круг обертається. подача визначає, як далеко шліфувальна машина просувається за один оборот шліфувального круга. Глибина різання визначає, скільки матеріалу знімається за один прохід шліфувального круга.

За рахунок цих показників ми можемо визначити потрібний нам шліфувальний круг.

Тип абразиву. Для шліфування сталі 20ХН3А після цементації найкраще підходять круги з оксиду алюмінію або електрокорунда. Ці абразиви мають високу твердість і дозволяють отримувати якісну обробку.

Твердість круга. Твердість круга повинна бути не менше 90 HRA. Це дозволить уникнути залипання абразиву в матеріалі і пошкодження деталі.

Зернистість круга. Для чорнового шліфування можна використовувати круги з зернистістю 40-60. Для чистового шліфування - круги з зернистістю 80-120.

Форма і розміри круга. Форма і розміри круга повинні відповідати формі і розмірам оброблюваної поверхні.

Для наших задач нам підійде абразивний круг шліфувальний електрокорунд булій 25 А 400х10х203 мм.

Тепер нам потрібно розрахувати режими шліфування.

Призначаємо швидкість обертання заготовлі

$$V_3 = 50 \text{ м/хв.}$$

Визначити частоту обертання деталі

$$n_3 = \frac{1000 \cdot V_3}{\pi \cdot D_3} = \frac{1000 \cdot 50}{\pi \cdot 63,8} = 250 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

Призначаємо величину поздовжньої подачі кола

$$S_{np} = 0,3 \cdot H_k = 0,3 \cdot 10 = 3 \frac{\text{мм}}{\text{обр}}$$

Розраховуємо величину хвилинної подачі

$$S_m = S_{np} \cdot n_3 = 3 \cdot 250 = 750 \frac{\text{мм}}{\text{хв}}$$

Визначаємо величину радіальної подачі на подвійний хід столу

$$S_t = S_t^T \cdot K_M \cdot K_D \cdot K_{V_k} \cdot K_n = 0,007 \cdot 1,0 \cdot 0,42 \cdot 1,0 \cdot 0,76 \approx 0,002 \text{ мм/дв.ход}$$

З технічних даних верстата вибираємо максимальну частоту обертання шліфувального круга

$$n_k = 16000 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

Обчислюємо швидкість обертання шліфувального круга

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_j \cdot n_k}{1000 \cdot 60} = \frac{\pi \cdot 400 \cdot 16000}{1000 \cdot 60} = 335 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Визначити основний технологічний час

$$T_o = \frac{(I_l + H_k) \cdot h}{S_M \cdot S_t} \cdot K_{\text{вих}} = \frac{(25 + 10) \cdot 0,1}{(750 \cdot 0,002)} \cdot 1,4 = 3 \text{ хв.}$$

Для чистового шліфування круглого заготовки сталі 20ХН3А з твердістю НРС 57...60 з використанням абразивного круга шліфувального електрокорунду білого 25 А 400х10х203 частота обертання деталі повинна бути 250 об/хв, частота обертання шліфувального круга - 335 м/с, а хвилина подача - 750 мм/хв.

3 ПРОВЕДЕННЯ СТРУКТОРНО-ПАРАМЕТРИЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ОПЕРАЦІЇ 080 ТОКАРНА З ЧПК ШЛЯХОМ ЗАМІНИ ЇЇ ШЛІФУВАЛЬНОЮ ОПЕРАЦІЄЮ З ЧПК

3.1 Методологія дослідження та планування експерименту

Мета нашого дослідження полягає в тому щоб покращити технологічний процес для деталі «Лапа» за рахунок заміни операції 080 токарна з ЧПК на шліфування з ЧПК.

Переваги токарної операції

1. Швидкість обробки: Токарні операції часто виконуються на високих швидкостях, що дозволяє швидше виконання обробки порівняно з багатьма шліфувальними операціями, особливо на великих заготовках.

2. Можливість обробки великих заготовок: Токарні верстати можуть обробляти великі деталі та заготовки, що дозволяє виробництву створювати великі деталі, такі як вали, барабани, диски і т. д.

3. Точність та повторюваність: Токарні операції часто забезпечують високий рівень точності та повторюваності обробки, особливо при використанні сучасних числових контрольних (ЧПК) систем.

4. Низька теплова генерація: У порівнянні з шліфуванням, токарні операції генерують менше тепла під час обробки, що може бути важливим для матеріалів, які чутливі до тепла.

5. Вартість обладнання: Токарні верстати часто менш витратні та більш доступні за ціною порівняно з деякими шліфувальними верстатами, особливо для загального використання.

6. Оптимальне використання матеріалу: Токарні операції можуть бути більш ефективними для використання матеріалу, оскільки не вимагають великих втрат матеріалу, які можуть відбутися під час шліфування.

Переваги шліфувальної операції

1. Висока точність та гладкість поверхні: Шліфування дозволяє досягти високого рівня точності та гладкості оброблюваної поверхні, що є важливим у виробництві високоточних деталей, інструментів і механізмів.

2. Обробка твердих матеріалів: Шліфовка ефективна для обробки твердих матеріалів, таких як кераміка, твёрдосплавні сплави і важкі метали, де токарні операції можуть бути менш ефективними.

3. Кращий контроль над розміром та формою: Шліфовка дозволяє досягти високого рівня контролю над розміром та формою деталі, особливо при використанні точних шліфувальних інструментів.

4. Ефективна обробка тонких стінок та малих отворів: У шліфувальних операціях легше обробляти тонкі стінки та створювати малі отвори, що може бути складніше досягти токарним методом.

5. Менше впливу на виробничі розміри: Шліфовка зазвичай викликає менше впливу на виробничі розміри деталі, оскільки вона не створює такого теплового впливу, який може призводити до змін розмірів, характерних для токарних операцій.

6. Можливість обробки не легко оброблюваних матеріалів: Шліфовка може бути використана для обробки матеріалів, які складно обробляти іншими методами, наприклад, матеріалів з високою твердістю чи термостійкістю.

Враховуючи ці факти ми можемо зробити висновок що за допомогою шліфування ми можемо більш точніше задати форму об'єкту та підвищити шорсткість поверхні при обробці токарним верстатом максимальна шорсткість поверхні яку змогли зробити на цій деталі дорівнює 1,6 Ra.

Також із недоліків токарної операції можна виділити те що під час роботи різця його неможливо дослідити стан різучої пластини та не часті випадки коли при роботі з цією деталлю пластинка отримувала сколи та призводила до поломки державки та появи на деталі виступів рисунок 3.1



Рисунок 3.1 – Виступи на деталі

Для проведення експерименту ми будемо використовувати верстат Studer s 40 CNC його характеристики підходять для нашого експерименту.

Таблиця 3.1-Характеристики верстату

Характеристики	Одиниця вимірювання	Studer s 40 CNC
Частота обертання шліфувального круга	об/хв	60000
Частота обертання шпинделя	об/хв	650
Максимальний діаметр обробки	мм	225
Потужність	кВт	7.5
Довжина обробки	мм	1000
Точність після коми	мм	0,0001
Місткість магазину інструменту	шт	4
Габарити розміри верстата	мм	3750x1200 x2300
Вага верстата	кг	5100

Також в переваги цього верстата в тому що в нього є те що він може провести правку шліфувального круга не знімаючи його.



Рисунок 3.1- Механізм правки для шліфувальних кругів

Для вимірювання діаметрів після обробки ми будемо використовувати мікрометри з шкалою показників від 25-50 мм , 50-75 мм також нам потрібно виміряти радіус 8,18 для цього ми будем використовувати свого роду «калібр» та мікрометр на 75-100.

Таблиця 3.2- характеристика мікрометрів

Характеристики /назва мікрометра	МК-50 25-55 мм	МК-75 50-75 мм	МК-100 75-100 мм
Діапазон вимірювання, мм	25-50	50-75	75-100
Дискретність відліку, мм	-	0.01	0.01
Похибка КТ 2, мм	$\pm 0,004$	$\pm 0,004$	$\pm 0,004$
Похибка КТ 1, мм	$\pm 0,002$	$\pm 0,002$	$\pm 0,002$

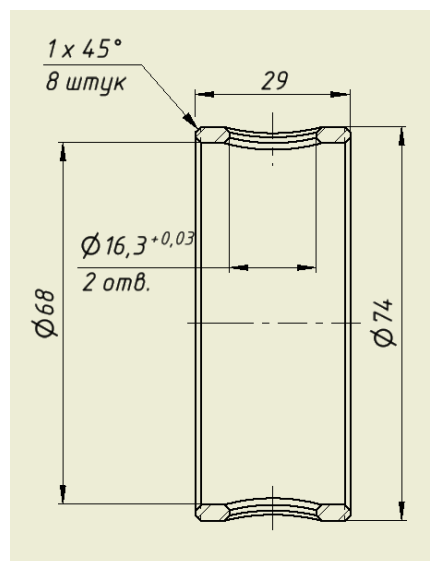


Рисунок 3.2-Калібир для вимірювання

Принцип його застосування

Прикласти до фаски 2x45 на $\varnothing 73,8$ за покласти кульки $\varnothing 16,3^{+0,03}$ та заміряти розміри за допомогою мікрометра 75-100 мм потім від результатів на мікрометру відняти (16,3*2) та дізнатися розміри.

Для вимірювання твердості ми виходитимемо два прилади для виміру.

Перший це прилад моделі ТК-14-250 за ГОСТ 13407-67 призначений для вимірювання твердості металів та сплавів за методом Роквелла відповідно до ГОСТ 9013-59. Живлення приладу здійснюється від мережі змінного струму 220 В. Відповідно до свого призначення прилад складається із системи навантаження, підвіски вантажної, гвинта підйомного.

За допомогою нього ми вимірюватиме твердість матеріалу на діаметральних розмірах.

А за допомогою твердомір динамічний Т-Д2 ми можемо вимірювати торцеві розміри за рахунок його мобільності та легкості але він не може поміряти діаметральний розмір за рахунок його датчику

Таблиця 3.4 – Характеристики Т-Д2

Параметри	Значення
Діапазон вимірювання твердості по Роквеллу, HRC по Брінеллю, HB по Віккерсу, HV тимчасового опору (порогу міцності), Мпа	20 - 70 90 - 450 230 - 940 370 - 1740
Основна похибка вимірювання:	$\pm 1.5\%$ (2 од.) HRC $\pm 3\%$ (10 од.) HB $\pm 3\%$ (15 од.) HV
Габаритні розміри, мм	122×76×37
Робочий діапазон температур, °C	від -20 до + 40
Живлення	2 елементи живлення типу AA
Час безперервної роботи, години, не менше	20
Маса електронного блоку з батареєю, не більше, кг	0,25

Також для вимірювання шорсткості на деталі ми будемо використовувати профілометр MARSURF PS 10 MAHR PS 10 для порівняння різниці шорсткості після токарної та шліфувальної операцій.

Таблиця 3.5 – Характеристики MARSURF PS 10 MAHR PS 10

Щуп	індуктивний опорний щуп
Одиниці виміру	метрична/дюймова
Діапазон вимірювання мм	0,35
Роздільна здатність профілю	8 нм
Фільтр відповідно до ISO/JIS	Гаусовий фільтр згідно ISO 16610-21 (рівніший ISO 11562), спеціальний фільтр згідно з DIN EN ISO 13565-1, фільтр лямбда-s згідно DIN EN ISO 3274 (вимкнеться)
Укорочений хід відповідно до ISO/JIS	з можливістю вибору
Довжина трасування відповідно до ISO 12085 (MOTIF)	1 мм, 2 мм, 4 мм, 8 мм, 12 мм, 16 мм
Довжина оцінки In відповідно до ISO/JIS	1,25 мм, 4,0 мм, 12,5 мм
Число n базових довжин відповідно до ISO/JIS	з можливістю вибору: 1-16
Наконечник щупа	2 мкм
Вимірювальне зусилля (Н)	0,00075
Функція калібрування	Динамічна ,Ra,Rz,Rsm
Місткість сховища	Мінімум 1350 профілей, мінімум 500 000 результатів, мінімум 250 протоколів вимірювання у форматі PDF, можливість встановлення карти microSD місткістю до 32 ГБ
Інше	Блокування, захист паролем, налаштування дати та часу
Клас захисту	IP 40
Акумуляторні батареї	Літій-іонна акумуляторна батарея, мінімум 1200 операцій вимірювання
Електроживлення (широкий діапазон)	от 100 до 264 В
Розмір мм	160 mm x 77 mm x 50 mm

3.2 Експериментальне дослідження

Експериментальний дослід буде складатися з 6 деталей які будуть зроблені за допомогою токарної операції з ЧПК та 6 деталей за допомогою шліфувальної операції з ЧПК всі дані будуть записані в таблицю для подальшого аналізу. Для більш точного аналізу розділимо деталь на декілька секцій

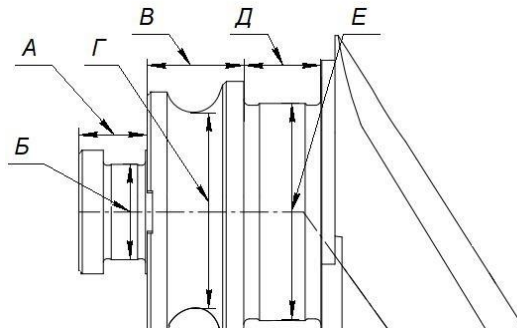


Рисунок 3.4 – Секції аналізу деталі

Таблиця 3.6 – Данні з токарної операції

№ досліджу	Розміри мм	Твердість HRC	Шорсткість Ra	Подача	Оберти об/хв	Глибина різання мм	Час роботи різця хв.
1	A 20,01 Б 28,29 В 28,52 Г 55,70 Д25,08 Е63,78	A 59,2 Б 58,4 Г 58,5 Д 57,7 Е 58,2	Б1,61 Г1,64 Е1,62	A,В,Д0.1. Б,Г,Е0.08	A200 Г150 Е100	0,1	20
2	A 20,01 Б 28,29 В 28,52 Г 55,70 Д25,08 Е63,78	A 59,3 Б 58,8 Г 58,7 Д 57,4 Е 58,8	Б1,65 Г1,64 Е1,63	A,В,Д0.1. Б,Г,Е0.08	A200 Г150 Е100	0,1	20
3	A 20 Б 28,3 В 28,51 Г 55,70 Д25,077 Е63,79	A 59,5 Б 58,9 Г 58,8 Д 57,7 Е 58,4	Б1,65 Г1,65 Е1,65	A,В,Д0.1. Б,Г,Е0.08	A200 Г150 Е100	0,1	20
4	A 20 Б 28,3 В 28,51 Г 55,69 Д25,077 Е63,79	A 59,7 Б 59,2 Г 58,1 Д 57,5 Е 58,2	Б1,68 Г1,67 Е1,66	A,В,Д0.1. Б,Г,Е0.08	A200 Г150 Е100	0,1	20
5	A 19,98 Б 28,28 В 28,51 Г 55,69 Д25,07 Е63,77	A 59,5 Б 58,4 Г 58,7 Д 57,6 Е 58,5	Б1,72 Г1,72 Е1,7	A,В,Д0.07. Б,Г,Е0.05	A200 Г150 Е100	0,1	20
6	A 19,99 Б 28,29 В 28,51 Г 55,71 Д25,07 Е63,78	A 59,5 Б 58,8 Г 58,4 Д 57,3 Е 58,2	Б1,68 Г1,74 Е1,71	A,В,Д0.1. Б,Г,Е0.08	A100 Г75 Е50	0,1	20

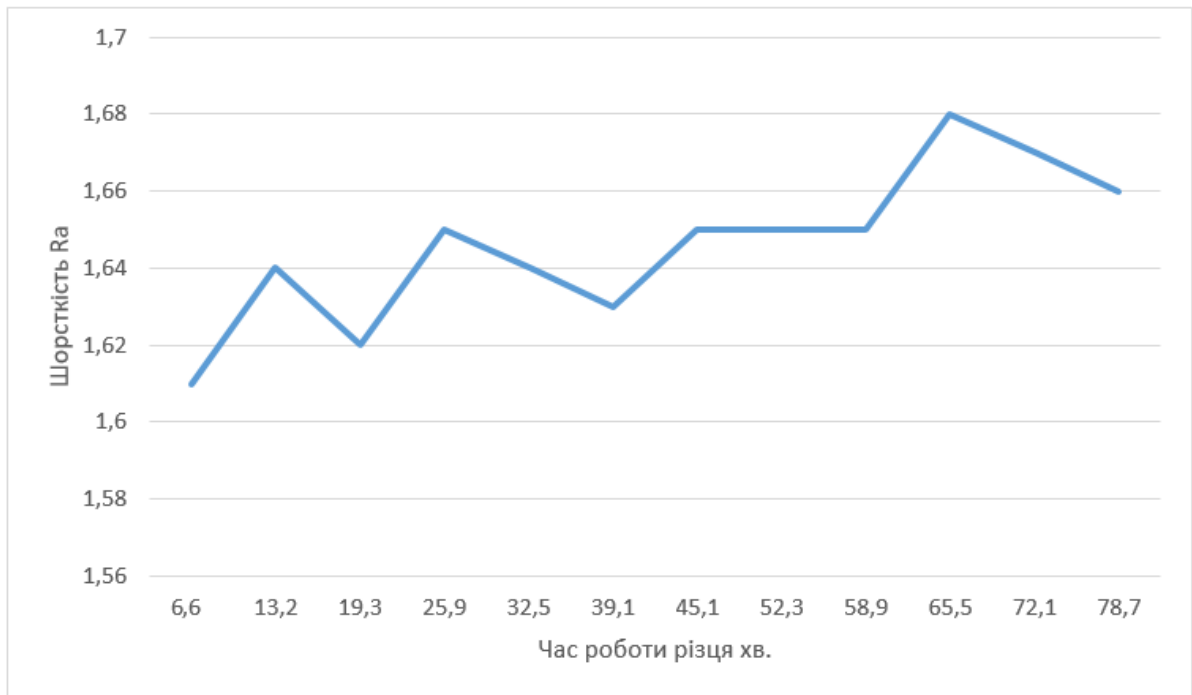


Рисунок 3.5 – Графік залежності шорсткості від часу роботи за допомогою різця

Проаналізувавши графік (рисунок 3,5) ми можемо дійти висновку що різець при роботі з сталю після цементації скошується набагато бистріне ніж зі звичайною сталю.

Навіть якщо зменшити або збільшити оберти то це призведе до того що різець буде «відгризати» сталь що понизить шорсткість приблизно до Ra 2,0 та збільшить навантаження на різець що призведе до його виходу з ладу.

Як видно з дослідів 5 якщо понижати подачу то жорсткість дуже сильно знижується що може призвести до заїдання головки долота та зменшення часу роботи вузла. А в досліді 6 ми може зменшили обороти деталі та повернули подачу і це вплинуло як і на жорсткість деталі так і на її розміри за рахунок того що різець знімав забагато матеріалу що привило до його зношування під час точіння та подальшої перевертання на нову сторону різця що зайняло деякий час.

При проведенні дослідів нам потребувалася заміна різців з цього слідує те що середній час роботи різця це 80 хвилин або 4 деталі в середньому.

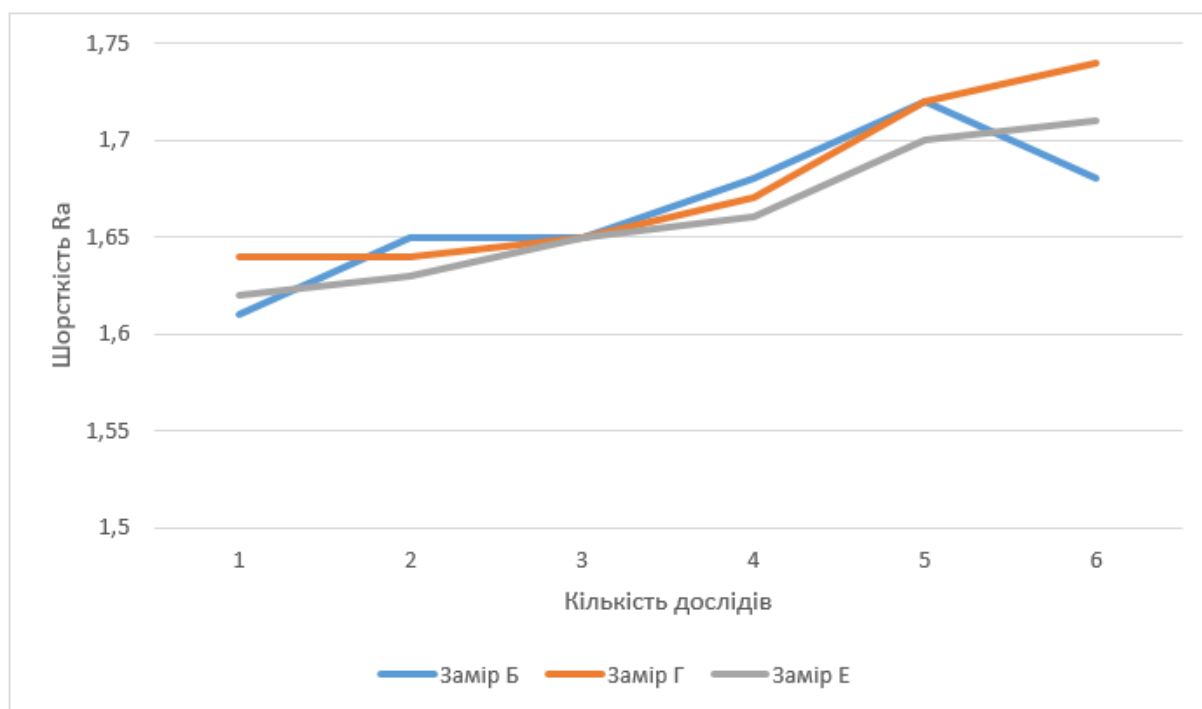


Рисунок 3.6 – Графік шорсткості розділений по зонам при токарній операції

Проаналізувавши графік (рисунок 3.6) можемо дійти висновку що шорсткість обробленої поверхні збільшується при зношенні ріжучого інструменту.

Таблиця 3.7 – Данні з шліфування операції

№ деталі	Розміри мм	Твердість HRC	Шорсткість Ra	Подача	Оберти об/хв	Глибина різання мм	Час роботи шліф. круга хв.
1	А 20 Б 28,29 В 28,5 Г 55,70 Д25,08 Е63,79	А 58,7 Б 58,2 Г 58,1 Д 58,3 Е 58,5	Б0,85 Г0,84 Е0,83	А,В,Д 50. Б,Г,Е 10	Шліф. круга 6000 Деталі 50	0,1	20
2	А 20 Б 28,29 В 28,52 Г 55,70 Д25,08 Е63,79	А 57 Б 59,2 Г 58,3 Д 57,5 Е 59	Б0,82 Г0,86 Е0,84	А,В,Д 50. Б,Г,Е 10	Шліф. круга 6000 Деталі 50	0,1	20
3	А 20 Б 28,3 В 28,51 Г 55,70 Д25,077 Е63,79	А 57,1 Б 58,3 Г 57,4 Д 59,5 Е 58,8	Б0,84 Г0,85 Е0,83	А,В,Д 50. Б,Г,Е 10	Шліф. круга 6000 Деталі 50	0,1	20

4	А 20 Б 28,3 В 28,51 Г 55,70 Д25,077 Е63,77	А 58,4 Б 59,4 Г 58,2 Д 57,5 Е 58,2	Б0,87 Г0,85 Е0,81	А,В,Д 50. Б,Г,Е 10	Шліф. круга 6000 Деталі 50	0,1	20
5	А 20 Б 28,28 В 28,51 Г 55,69 Д25,07 Е63,78	А 59,2 Б 58,1 Г 58,5 Д 57,4 Е 58,1	Б0,86 Г0,85 Е0,82	А,В,Д 50. Б,Г,Е 10	Шліф. круга 6000 Деталі 50	0,1	20
6	А 20 Б 28,29 В 28,51 Г 55,69 Д25,07 Е63,78	А 58,2 Б 57,8 Г 58,1 Д 57,5 Е 58,2	Б0,84 Г0,82 Е0,84	А,В,Д 50. Б,Г,Е 10	Шліф. круга 6000 Деталі 50	0,1	20

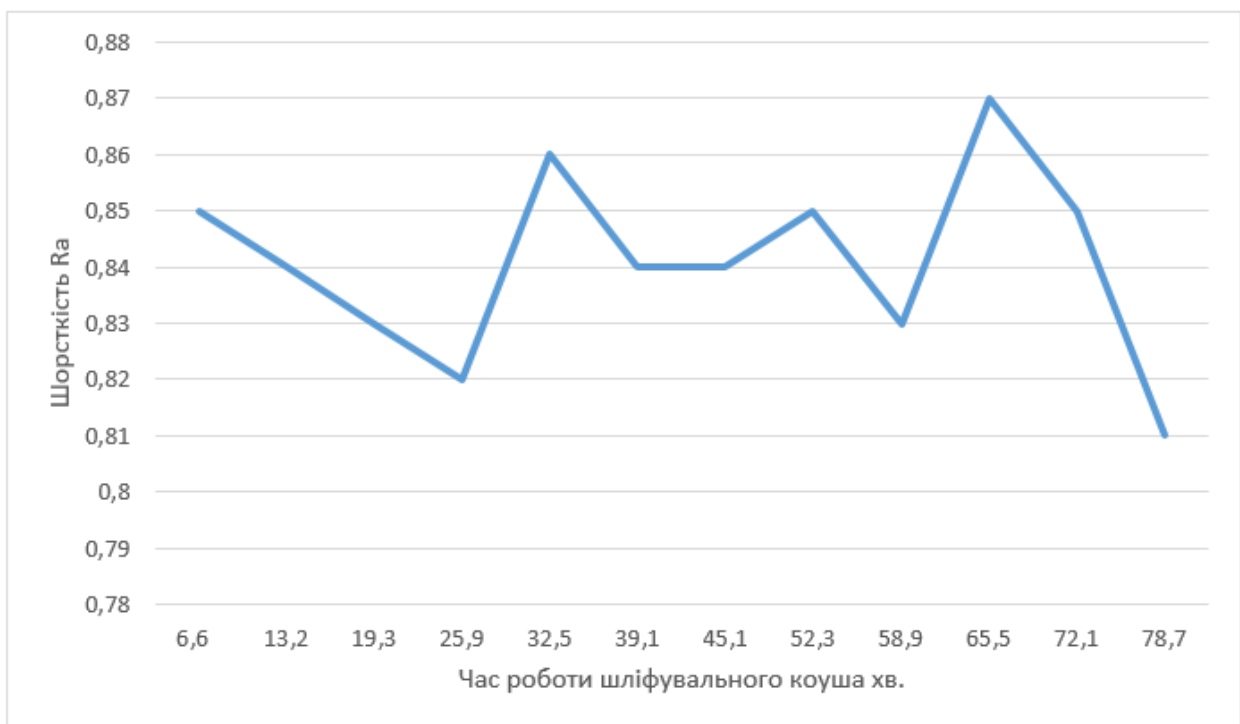


Рисунок 3.7 – Графік залежності шорсткості від часу роботи за допомогою шліфувального круга

Проаналізувавши графік можемо дійти висновку що при шліфуванні шорсткість обробленої поверхні набагато вища ніж при токарній операції.

Шліфувальний круг може зробити приблизно 10 деталей, після чого його потрібно буде вирівняти за допомогою вбудованих елементів конструкції в верстаті та продовжити роботу.

На відміну від токарної операції для шліфованої операції потрібна спеціальна охолоджувальна рідина, для попередження нагріву деталі та втрати її розміру та засмічення шліфувального круга від дрібної стружки яка з'являється при роботі.

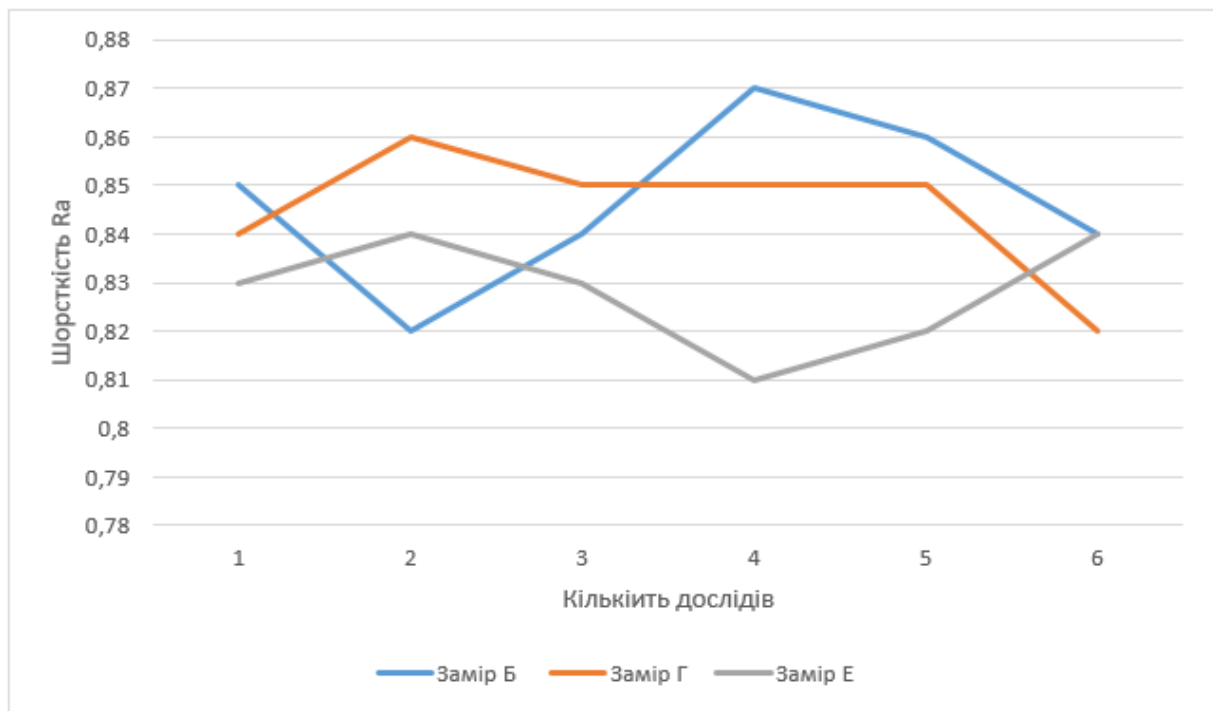


Рисунок 3,8 - Графік шорсткості розділений по зонам на шліфувальній операції

Проаналізувавши графік (рисунок 3.8) приходимо до висновку що шорсткість на даній операції більш вища, та стабільно тримається у заданих технологічних процесом діапазонах.

ВИСНОВОКИ

У ході виконання дипломного проекту було виконано наступний обсяг робіт:

В ході аналізу службового призначення деталі було визначено призначення машини, вузла та деталі. Проаналізовано креслення деталі щодо відповідності діючим стандартам. Розраховано та визначено тип виробництва. Обрано спосіб отримання заготовки. Проаналізовано існуючий технологічний процес виготовлення деталі, встановлено його недоліки.

Проведено аналіз літератури присвячений шліфувальній обробці сталі 20ХНЗА, визначено характеристики матеріалу та проблематику його обробки.

Пророблена робота над вдосконаленням приладу для затискання заготовки для фрезерно - розточник робіт.

Проаналізувавши дані з проведених експериментів можемо з'ясувати що шліфувала операція забезпечує більшу точність та шорсткість деталі хоча програє в швидкості роботи, Це звісно не фінальний варіант але якщо замінити на оксиду алюмінію шліфувальний круг це може зменшити час роботи та порівняти час з обробкою на токарному верстаті.

Встановлено що раціональними режимами різання при заданій шорсткості та точність будуть режими шліфування хвилина подача $=50$ на діаметральних розмірах та 10 на торцевих 10 , оберти шліфувального круга $= 6000$ об/хв а деталі $= 50$ об/хв, глибина різання $= 0,1$ мм. Це дозволяє забезпечити необхідну шорсткість $Ra \sim 0.8$ та забезпечити більшу точність .

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Бойко, Ю. І. Технологія машинобудування. Курсове проектування: навч. посіб. / Ю. І. Бойко, О. А. Литвиненко. – Київ: НУХТ, 2018. – 195 с.
2. Добрянський, С. С. Технологічні основи машинобудування. [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування» / С. С. Добрянський, Ю. М. Малафеев; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 379 с.
3. Мазур, М. П. Основи теорії різання матеріалів : підручник / М. П. Мазур, Ю. М. Внуков, В. Л. Доброскок, В. О. Залого та ін.; під заг. ред. М. П. Мазура. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Львів : Новий Світ-2000, 2011. – 422 с. 4. Петров, О. В. Технологічна оснастка : навчальний посібник / О. В. Петров, С. І. Сухоруков. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 123 с.
5. Технології виготовлення деталей складної форми. Частина 1 [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньо-професійної програми «Технології машинобудування» та освітньо-наукової програми «Технології машинобудування» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; Ю. В. Петраков, С. В. Сохань, В. К. Фролов, В. М. Кореньков. – Електронні текстові дані. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 288 с.
6. Технології виготовлення деталей складної форми. Частина 2 [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньо-професійної програми «Технології машинобудування» та освітньо-наукової програми «Технології машинобудування» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; Ю.В.Петраков, С.В. Сохань, В.К. Фролов, В.М. Кореньков. – Електронні текстові дані. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 102с.
7. Паливода Ю. Є. Технологія оброблення корпусних деталей : навчальний посібник / Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко, Ю. Б. Капаціла, Ів. Б. Гевко. – Тернопіль : ТНТУ , 2016. – 156 с.

8. Паливода Ю.Є. Технологія оброблення важелів та вилок : навчальний посібник / Ю. Є. Паливода, Ю. Б. Капаціла, І. Г. Ткаченко. – Тернопіль : ТНТУ , 2013. – 56 с.

9. Паливода Ю.Є. Технологія оброблення валів : навчальний посібник / Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко, Ю. Б. Капаціла. – Тернопіль : ТНТУ , 2016. – 198 с.

10. Паливода Ю. Є. Заготовки у машинобудівному виробництві : навчально-методичний посібник / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2023. – 148 с.

11. Паливода Ю.Є. Технологія оброблення зубчастих коліс : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» галузі знань 13 «Механічна інженерія» / укладачі : Ю. Є. Паливода, Ю. Б. Капаціла, І. Г. Ткаченко. – Тернопіль : ТНТУ, 2016. – 136 с.

12. Паливода, Ю. Є. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки : навчально-методичний посібник / Ю. Є. Паливода, А. Є. Дячун, Р. Я. Лещук. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 240 с. 13. Приходько, В. П. Розмірне моделювання та аналіз технологічних процесів [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» / В. П. Приходько ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 249 с.

14. Паливода Ю. Є. Розмірні ланцюги : навчально-методичний посібник / укладачі : Ю. Є. Паливода, А. Є. Дячун, Ю. Б. Капаціла, І. Г. Ткаченко. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. – 132 с.

15. Технології формоутворення сучасних складнопрофільних деталей [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» спеціалізацій «Технології виготовлення літальних апаратів», «Технології машинобудування» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Ю. В. Петраков, С. В. Сохань, В. К. Фролов, В. М. Кореньков. – Електронні текстові дані. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 380 с

16. ДСТУ 3647-80 "Шліфувальні круги. Загальні технічні умови.
17. ДСТУ EN 12413:2019 Вимоги щодо безпеки абразивних виробів
18. ДСТУ ISO 603-1:2019 Абразиви зі зв'язкою. Розміри. Частина 1. Шліфувальні круги для круглого шліфування між центрами.
19. ДСТУ ISO 603-4:2019 Абразиви зі зв'язкою. Розміри. Частина 4. Шліфувальні круги для плоского шліфування, шліфування периферією круга.
20. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення
21. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації
22. НАПБ А.01.001-2014 Правила пожежної безпеки в Україні
23. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування
24. СНиП 3.05.06-85 Електротехнічні пристрої