

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені Ігоря Сікорського»

НАВЧАЛЬНО - НАУКОВИЙ МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра технології машинобудування

«На правах рукопису»

УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

____ Олександр Охріменко

(підпис) (власне ім'я, прізвище)

“ ____ ” _____ 20__ р.

Дипломний проєкт

на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою

«Технології машинобудування»

зі спеціальності 131 «Прикладна механіка»

на тему: Технологічне підготвлення виробництва деталі “Насадка бокова”

Виконала:

студентка 4 курсу, групи МТ-02

____ Подкідішева Дар'я Сергіївна _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник Лашина Юлія Вікторівна, к.т.н. _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проєкті
немає запозичень з
праць інших авторів без відповідних
посилань.

Студент _____

(підпис)

Київ – 2024 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Навчально – науковий механіко-машинобудівний інститут
Кафедра технології машинобудування

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»

Освітньо-професійною програмою «Технології машинобудування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Олександр ОХРИМЕНКО

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт студенту

Подкідишевій Дар'ї Сергіївні

1. Тема дипломного проєкту: Технологічне підготовлення виробництва деталі "Насадка бокова"

керівник проєкту: Лашина Юлія Вікторівна, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом по університету від «__» _____ 202__ р. № _____

2. Термін подання студентом дипломного проєкту «7» червня 2024 р.

3. Вихідні дані до проєкту
Кресленник деталі «Насадка бокова»
Матеріал: Матеріал: СЧ25
Річний обсяг випуску: 1000 шт.

4. Зміст пояснювальної записки ,перелік завдань, які потрібно розробити:
Розділ 1.Аналіз впливу режиму різання на силові характеристики при торцевому фрезеруванні

Розділ 2. Технологічний процес виготовлення деталі «Насадка бокова»

Розділ 3. Проектування верстатних пристроїв для оснащення технологічних операцій

Розділ 4. Розрахунок собівартості виготовлення виробу

5. Перелік графічно -ілюстративного матеріалу

1. Результати аналізу впливу режимів різання на силові характеристик при торцевому фрезеруванні (2 арк. А1)
2. Кресленик і 3D моделі деталі і заготовки (1 арк. А1)
3. Графічне зображення технологічного процесу (2 арк. А1)
4. Складальні кресленики 2х верстатних пристроїв (2 арк. А1)
5. Проектування управляючої програми для верстата з ЧПК (1 арк. А1)

6. Консультанти розділів проекту (роботи)*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1	Лашина Ю.В.		
2	Лашина Ю.В.		
3	Лашина Ю.В.		
4	Лашина Ю.В.		

7. Дата видачі завдання 20 травня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів дипломного проекту	Примітка
1	Розділ 1. Аналіз впливу режиму різання на силові характеристики при торцевому фрезеруванні Кресленики з результатами (2 арк. А1)	25 травня 2024 р.	
2	Розділ 2 текстова частина, кресленик деталі і заготовки (1 арк. А1)	28 травня 2024 р.	
3	Графічне зображення технологічного процесу (2 арк. А1)	30 травня 2024 р.	
4	Розділ 3 текстова частина, Складальний кресленик верстатного пристрою для 1-ї операції (1 арк. А1)	1 червня 2024 р.	
5	Складальний кресленик верстатного пристрою для 2-ї операції (1. арк. А1)	3 червня 2024 р.	
6	Проектування управляючої програми для верстата з ЧПК (1. арк. А1)	5 червня 2024 р.	
7	Економічний розділ	7 червня 2024 р.	
8	Презентація	14 червня 2024 р.	

Студент

Дар'я ПОДКІДИШЕВА

Керівник проекту

Юлія ЛАШИНА

АНОТАЦІЯ

Пояснювальна записка до дипломного проекту освітнього ступеня бакалавра на тему Технологічне підготовлення виробництва деталі "Насадка бокова" складається з 79 аркушів формату А4, містить в собі 58 ілюстрацій, 23 таблиці, а також, маршрутні, операційні карти та карти ескізів.

При написанні дипломного проекту було використано 20 літературних джерела, серед яких методичні вказівки та технічна література. Графічна частина складається з 8 аркушів А1: кресленник деталі, заготовка, карта наладки на операції 005,010, верстатні пристрої для багатоцільової та горизонтально-фрезерної операцій, плакати.

У дипломному проєкті виконано:

- Аналіз впливу режиму різання на силові характеристики при торцевому фрезеруванні
 - Проаналізовано конструкцію деталі на технологічність.
 - Обґрунтовано та вибрано схеми базування по ЗТБ і ТБ.
 - Розроблено операційні маршрутні та ескізні карти .
 - Визначені припуски на механічну обробку.
 - Розраховані режими різання для кожного переходу.
 - Розрахований штучний, штучно-калькуляційний часу на оброблення деталі.
- Розроблені верстатні пристрої для оброблення деталі на операції 010,015.
 - Розраховані похибки установки заготовки в пристроях.
 - Розраховані необхідні сили затиску.
 - Розроблено лист ЧПК.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	4
1. ВПЛИВ РЕЖИМУ РІЗАННЯ НА СИЛОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИ ТОРЦЕВОМУ ФРЕЗЕРУВАННІ	7
1.1 Вплив ширини фрезерування на силові характеристики при торцевому фрезеруванні	7
1.2 Вплив швидкості різання на силові характеристики при торцевому фрезеруванні	11
1.3 Вплив хвилинної подачі на силові характеристики при торцевому фрезеруванні	13
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	17
2.1 Аналіз службового призначення та умов роботи деталі в вузлі	17
2.1.1 Аналіз конструктивних особливостей деталі та її класифікація	17
2.1.2 Аналіз умов роботи деталі в складальній одиниці або вузлі	19
2.1.3 Аналіз вибору конструкційного матеріалу	19
2.2 Визначення типу виробництва та аналіз його впливу на завдання технологічного підготовки виробництва	20
2.3 Короткий аналіз технологічності конструкції деталі	22
2.3.1 Якісна оцінка технологічності конструкції	22
2.3.2 Кількісна оцінка технологічності деталі	23
2.4 Проектування конструкції заготовки	25
2.4.1 Визначення виду та способу виготовлення заготовки	25
2.5 Обґрунтування вибору баз для технологічного процесу виготовлення деталі	28
2.5.1 Обґрунтування вибору загальних технологічних баз	28
2.5.2 Обґрунтування вибору технологічних баз для перших технологічних операцій	30
2.6 Проектування типових послідовностей оброблення поверхонь заготовки	32

2.7	Проектування операційного технологічного процесу виготовлення деталі	34
2.8	Короткий опис вибору верстатного обладнання	41
2.9	Визначення припусків для технологічних переходів оброблення поверхонь заготовки	43
2.9.1	Визначення припусків розрахунково-аналітичним методом	43
2.9.2	Визначення припусків аналоговими методами	45
2.10	Визначення режимів різання	46
2.10.1	Визначення режимів різання розрахунково-аналітичним методом	46
2.10.2	Визначення режимів різання аналоговими методами	51
2.11	Нормування технологічних операцій	55
2.11.1	Розрахунок поштучного часу для операції	55
2.11.2	Нормування аналоговими методами	58
3	ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНИХ ПРИСТРОЇВ	59
3.1	Розроблення і розрахунок конструкцій верстатних пристроїв	59
3.1.1	Вихідні дані для розроблення конструкцій верстатних пристроїв	59
3.1.2	Послідовність розроблення конструкції пристрою	60
3.2	Теоретичні та методологічні основи проектування верстатних пристроїв	61
3.2.2	Визначення похибок закріплення верстатного пристрою	61
3.3	Розрахунок затискних систем верстатних пристроїв	62
3.3.1	Розрахунок необхідної сили затиску заготовки Q	62
4	ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	66
4.1	Розрахунок собівартості річного випуску	66
	ВИСНОВКИ	69
	ЛІТЕРАТУРА	70
	ДОДАТКИ	73

1. ВПЛИВ РЕЖИМУ РІЗАННЯ НА СИЛОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИ ТОРЦЕВОМУ ФРЕЗЕРУВАННІ

1.1 Вплив ширини фрезерування на силові характеристики при торцевому фрезеруванні [1]

Фрезерування торцевими фрезами є найбільш розповсюдженим видом оброблення різанням плоских поверхонь деталей машин. Торцева фреза представляє собою сталевий корпус у якому закріплені окремі різці – зубці фрези.

Кожен зуб торцевої фрези діє подібно до стругального різця, тому передній і задній кути, γ , α вимірюють у головному перетині. При виконанні операції фрезерування сталевих деталей, щоб уникнути можливого руйнування леза фрези через нерівномірність процесу різання (вихід з зони різання – врізання в припуск), передній кут роблять від'ємним $-50\dots-150$ градусів. При обробці чавуну різці виготовляють з передніми кутами $50\dots100$ градусів. Задній кут різця зуба фрези в усіх випадках вибирають у діапазоні $120\dots150$ градусів.

При фрезеруванні на кожному ріжучому зубі виникає сила різання P , яку можна розкласти на складові в заданій системі координат (рис.1.1). Таким чином, сила різання P розкладається на складову P_{zx} , яка діє в площині, перпендикулярній до осі фрези, та складову P_y , яка діє вздовж осі фрези.

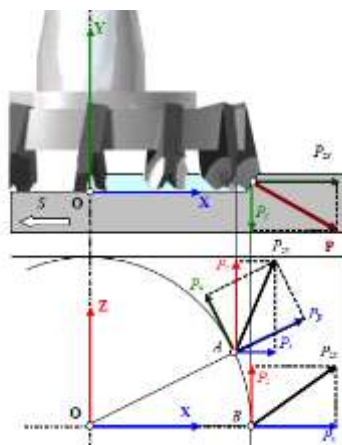


Рисунок 1.1 – Схема розкладу сили різання

Для виконання завдання використовується прикладна програма «Дослідження силових характеристик при торцевому фрезеруванні».

На першому етапі у вікні програми прописуємо розраховані данні для чорнового фрезерування площини заготовки. Такі як: $D_{\phi} = 130$ мм; $Z = 12$; $V=247$ м/хв.; $S_{хв} = 513$ мм/хв.; $h = 2$ мм; В якості дослідження будемо використовувати зміни ширини фрезерування, таким чином ми отримаємо окружну силу, N та сумарну товщину шару припуску.

Після проведених дослідів побудуємо графіки залежності окружної сили від ширини фрезерування та нерівномірність фрезерування від ширини фрезерування;

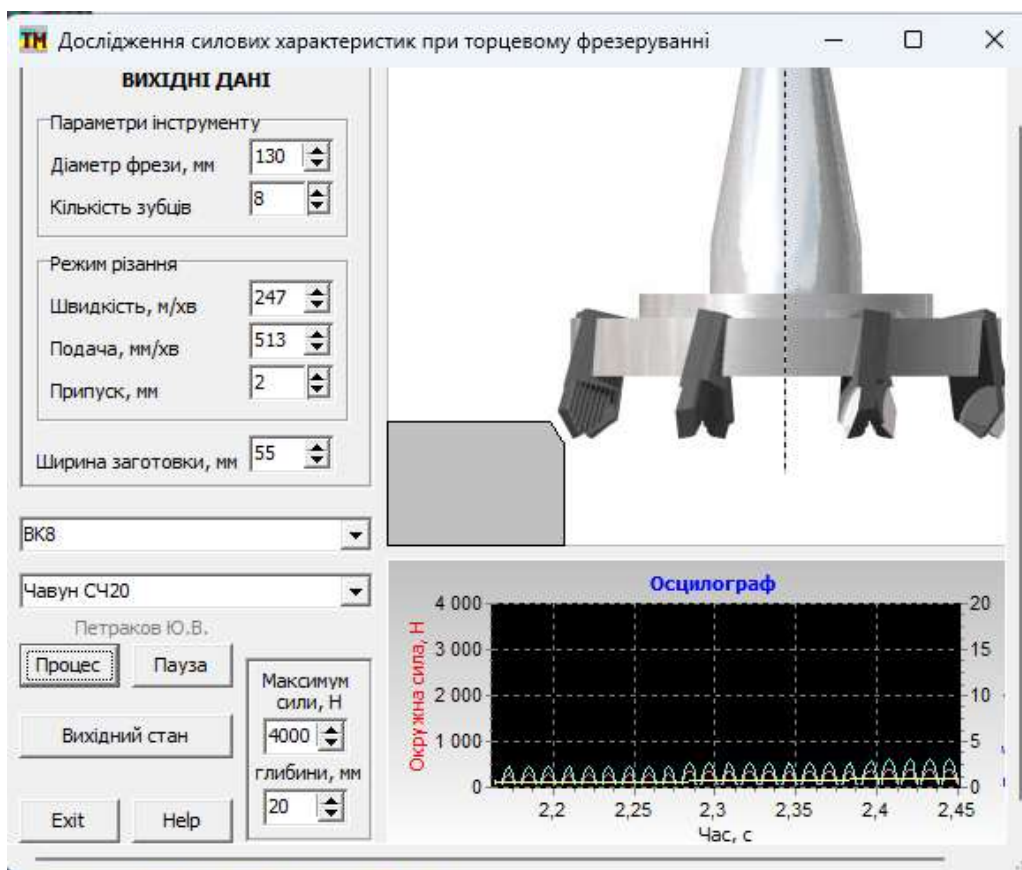


Рисунок 1.1.2 – Скріншот програми з початковими даними

На рис.1.1.3, 1.4 представлені скріншоти інтерфейсу програми наприкінці експериментів №1 та №14 відповідно. Скріншоти всіх експериментів подані у додатку А.

- Дослід 1 – $B = 55$ мм;

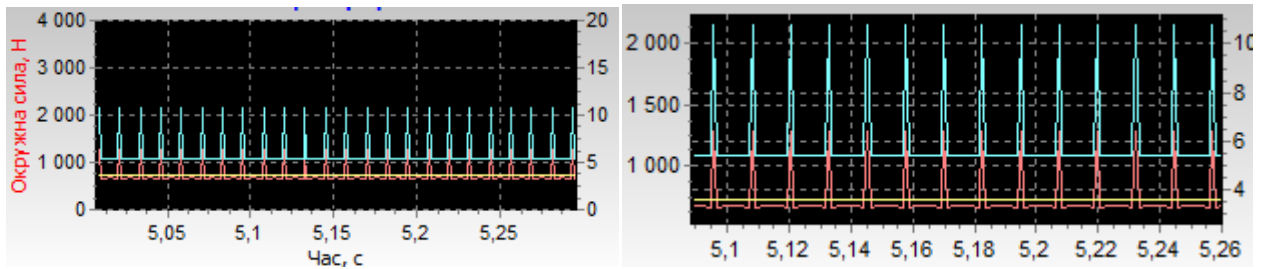


Рисунок 1.1.3 – Дані осцилографа при $B = 55$ мм

- Дослід 14 – $B = 120$ мм;

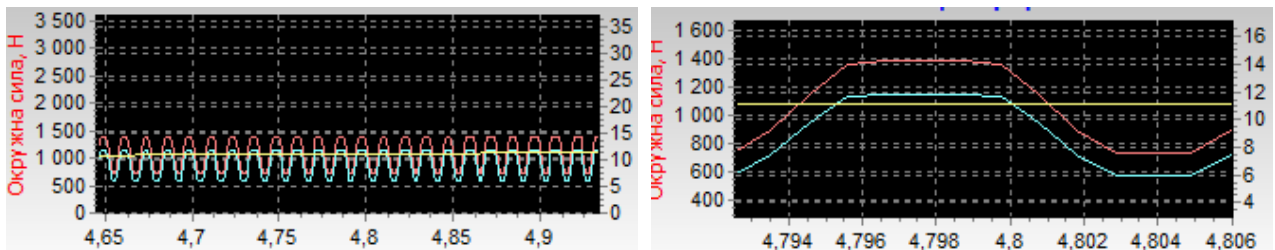


Рисунок 1.1.4 – Дані осцилографа при $B = 120$ мм

Отримані дані заносимо до таблиці 1.1

Таблиця 1.1 – Експериментальні дані з осцилографа для величин вимірювання

P_{max} , мм P_{min} , мм, P_c , мм, k_p

№	B	H_{min}	H_{max}	P_{min}	P_{max}	P_c	k_p
1	55	5	12	650	1250	720	48,00%
2	60	5	12	660	1250	800	47,20%
3	65	5	12	660	1275	880	48,24%
4	70	5	12	670	1275	920	47,45%
5	75	5	12	670	1275	970	47,45%
6	80	5	12	675	1275	1050	47,06%
7	85	5	12	675	1280	1050	47,27%
8	90	5	12	675	1280	1050	47,27%
9	95	6	12	715	1285	1060	44,36%
10	100	6	12	675	1290	1060	47,67%
11	105	6	12	680	1300	1060	47,69%
12	110	6	12	675	1280	1060	47,27%
13	115	6	12	830	1280	1200	35,16%
14	120	6	12	675	1290	1220	47,67%

За табличними даними створюємо графіки залежності :

а) нерівномірності фрезерування від ширини фрезерування;

б) середнього значення окружної сили від ширини фрезерування;

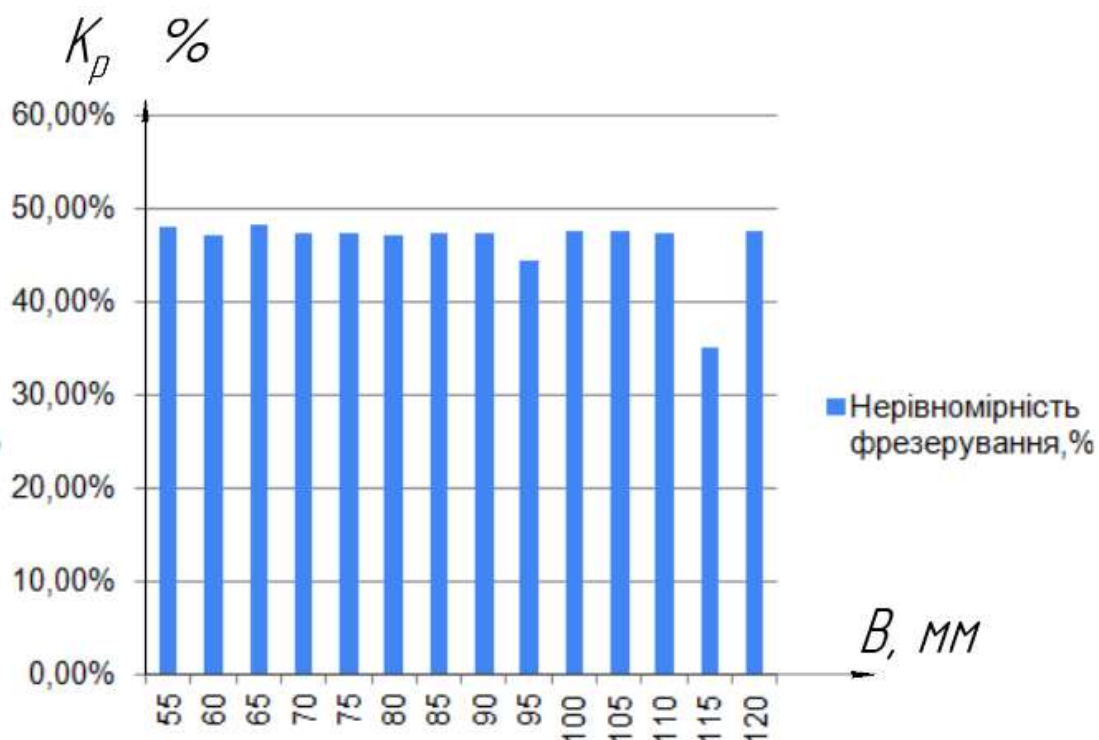


Рисунок 1.5 – а) Графік нерівномірності фрезерування від ширини фрезерування;

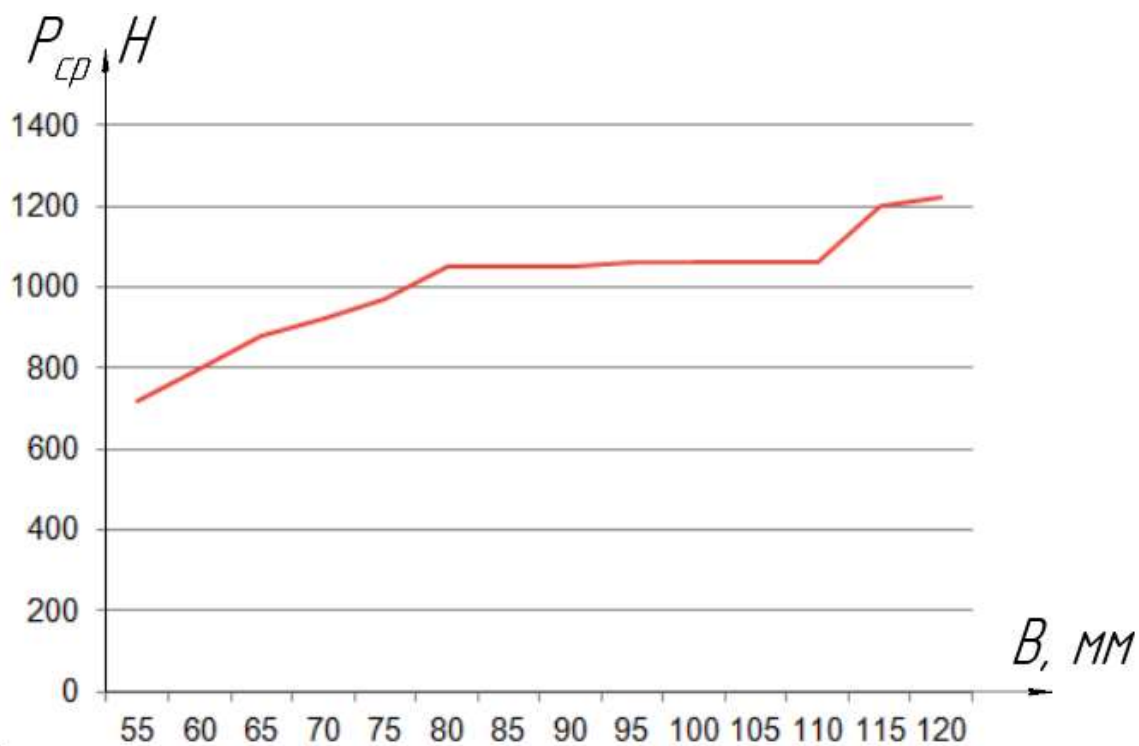


Рисунок 1.5 -б) Графік середнього значення окружної сили від ширини фрезерування;

1.2 Вплив швидкості різання на силові характеристики при торцевому фрезеруванні

На першому етапі у вікні програми прописуємо розраховані данні для чорнового фрезерування площини. Такі як: $D_{\phi} = 130$ мм; $Z = 12$; $B=120$ мм.; $S_{хв} = 513$ мм/хв.; $h = 2$ мм; В якості дослідження будемо використовувати зміни швидкості різання, таким чином ми отримаємо окружну силу, N та сумарну товщину шару припуску.

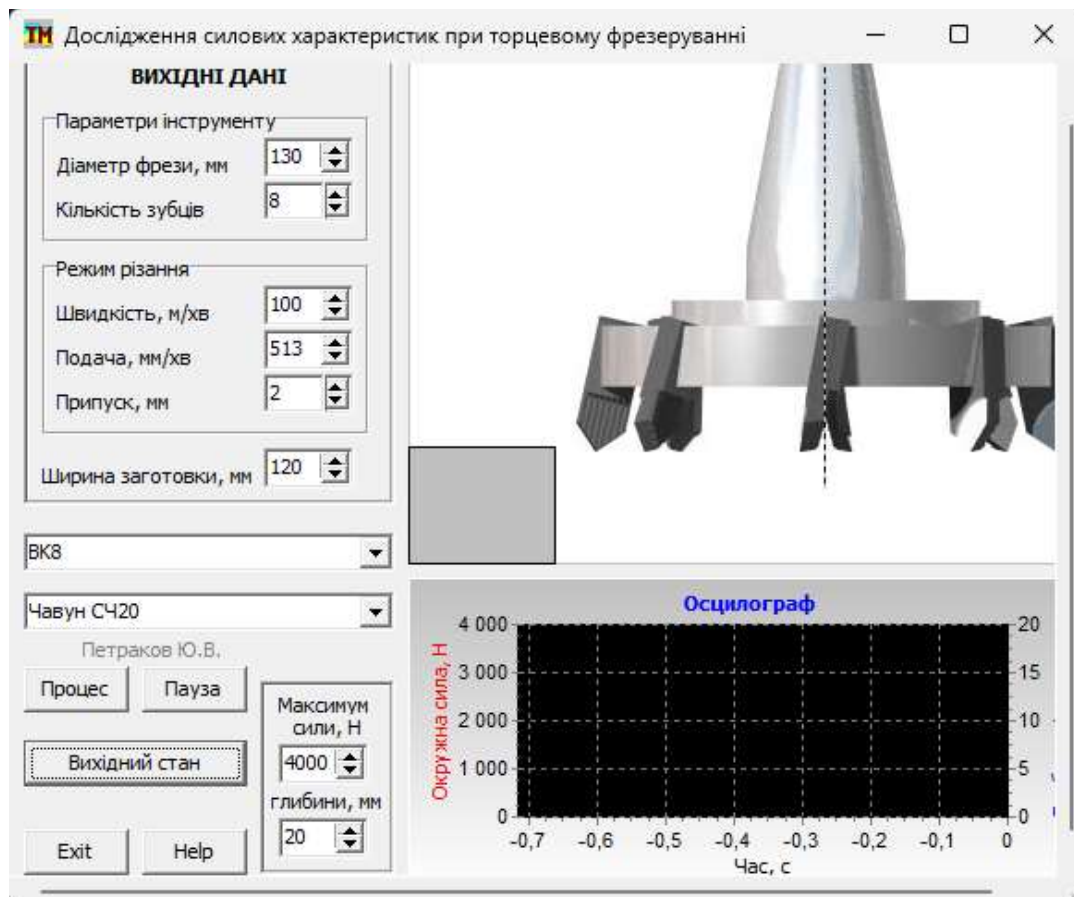


Рисунок 1.2.1 – Скріншот програми з початковими даними

На рис. 1.2.2. та рис. 1.2.3. представлені скріншоти інтерфейсу програми наприкінці експериментів №1 та №9 відповідно. Скріншоти всіх екпериментів подані у додатку А.

- Дослід 1 – $V = 100$ м/хв;

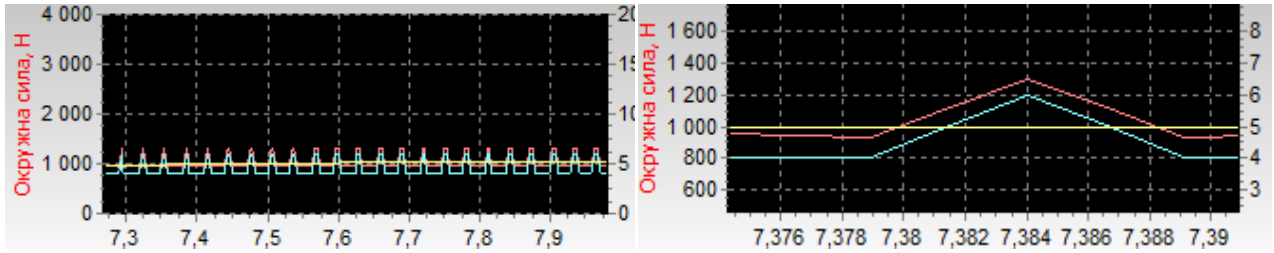


Рисунок 1.2.2 – Дані осцилографа при $V = 100$ м/хв.

- Дослід 9 – $V = 250$ м/хв;

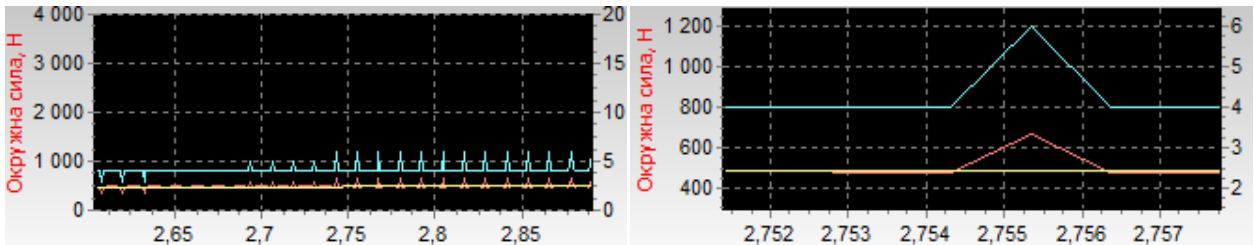


Рисунок 1.2.3 – Дані осцилографа при $V = 250$ м/хв.

Отримані дані заносимо до таблиці 1.2

Таблиця 1.2 – Експериментальні дані з осцилографа для величин вимірювання P_{max} , мм P_{min} , мм, P_c , мм, k_p

№	V	H_{min}	H_{max}	P_{min}	P_{max}	P_c	k_p
1	100	4	6	900	1300	1050	30,77%
2	120	4	6	800	1150	900	30,43%
3	140	4	6	700	1100	730	36,36%
4	160	4	6	660	850	690	22,35%
5	180	4	6	600	820	680	26,83%
6	200	4	6	580	790	590	26,58%
7	220	4	6	550	750	570	26,67%
8	240	4	6	490	700	500	30,00%
9	250	4	6	480	620	480	22,58%

За табличними даними створюємо графіки залежності :

а) максимальної, мінімальної та середньої величин окружної складової сили від швидкості різання;

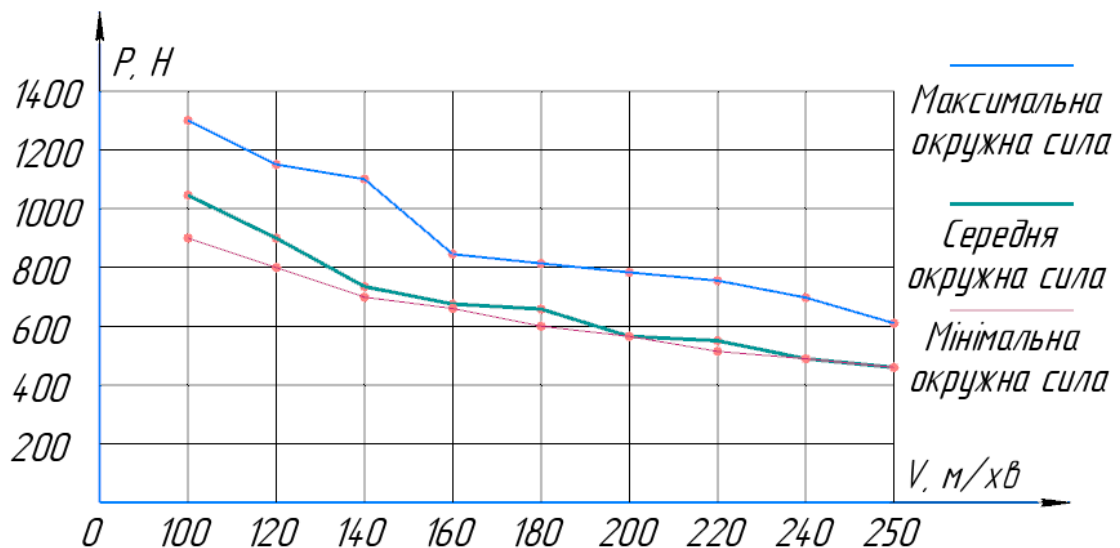


Рисунок 1.2.4 – а) Графіки залежності максимальної, мінімальної та середньої величин окружної сили різання від швидкості різання

1.3 Вплив хвилинної подачі на силові характеристики при торцевому фрезеруванні

На першому етапі у вікні програми прописуємо розраховані данні для чорнового фрезерування площини. Такі як: $D_{\phi} = 130$ мм; $Z = 12$; $V=120$ мм.; $V = 247$ м/хв.; $h = 2$ мм; В якості дослідження будемо використовувати зміни хвилинної подачі, таким чином ми отримаємо окружну силу, Н та сумарну товщину шару припуску.

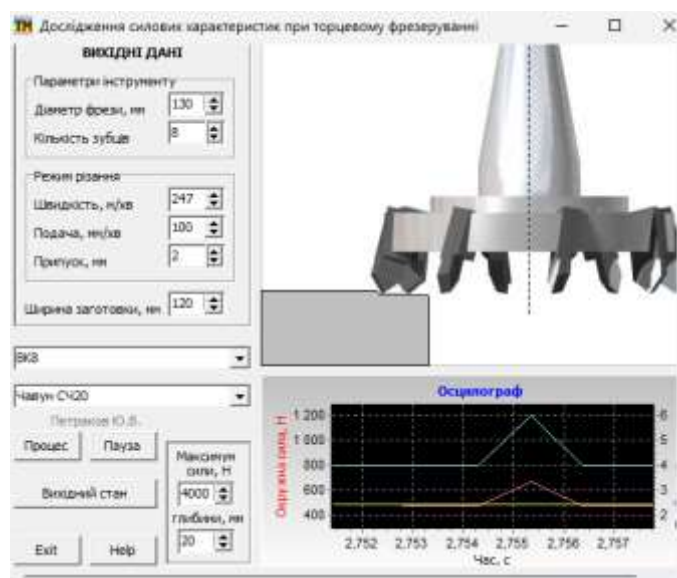


Рисунок 1.3.1 – Скріншот програми з початковими даними

На рис. 1.3.2. та рис. 1.3.3. представлені скріншоти інтерфейсу програми наприкінці експериментів №1 та №10 відповідно. Скріншоти всіх експериментів подані у додатку А.

- Дослід 1 – $S = 100$ мм/хв;

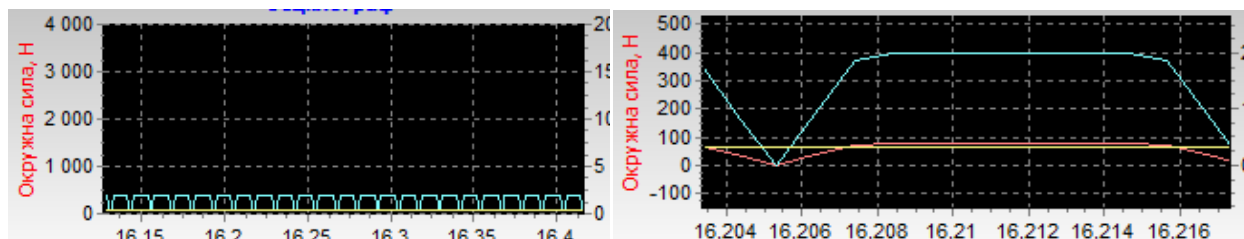


Рисунок 1.3.2 – Дані осцилографа при $S = 100$ мм/хв.

- Дослід 10 – $S = 513$ мм/хв;

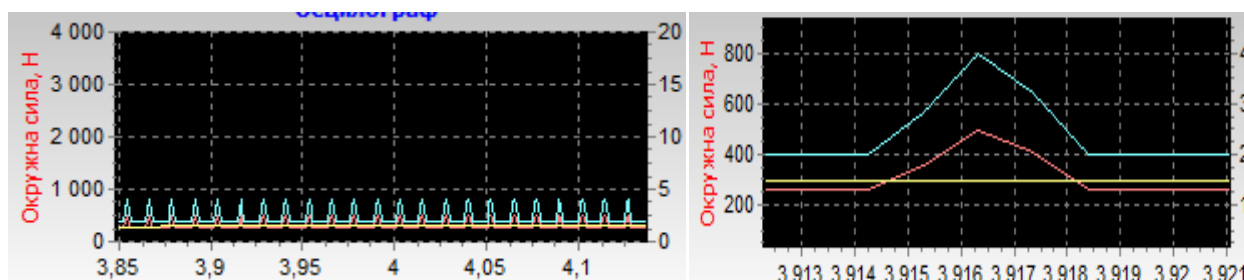


Рисунок 1.3.3 – Дані осцилографа при $S = 513$ м/хв.

Отримані дані заносимо до таблиці 1.3

Таблиця 1.3 – Експериментальні дані з осцилографа для величин вимірювання

P_{max} , мм P_{min} , мм, P_c , мм, k_p

№	S	H_{min}	H_{max}	P_{min}	P_{max}	P_c	k_p
1	100	0	2	0	100	50	100,00%
2	150	0	2	0	120	80	100,00%
3	200	2	4	130	280	180	53,57%
4	250	0	5	150	290	200	48,28%
5	300	2	4	190	300	210	36,67%
6	350	2	4	190	400	210	52,50%
7	400	2	4	190	410	220	53,66%
8	450	2	4	210	420	230	50,00%
9	500	2	4	220	440	240	50,00%
10	513	2	4	270	500	300	46,00%

За табличними даними створюємо графіки залежності :

а) максимальної, мінімальної та середньої величин окружної складової сили різання від подочі;

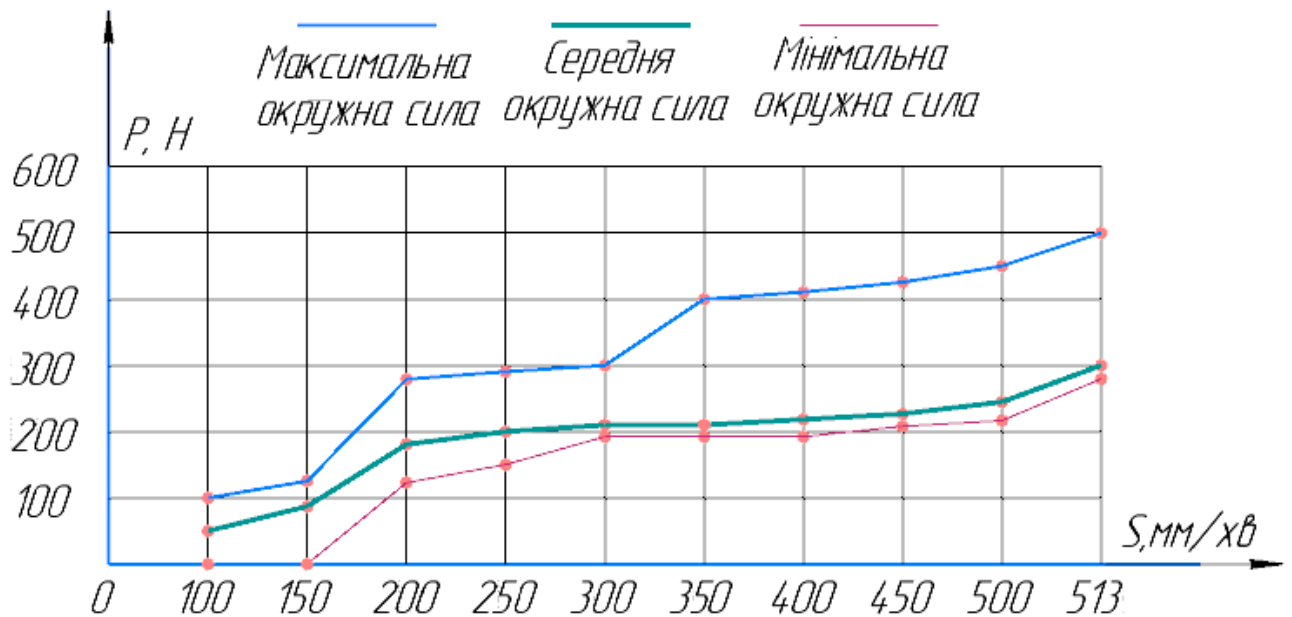


Рисунок 1.3.4 – а) Графіки залежності максимальної, мінімальної та середньої величин окружної складової сили різання від подочі.

Висновки

Аналіз отриманих експериментальних залежностей дозволяє зробити наступні висновки, що відповідають досліджуваному діапазону режиму фрезерування для зазначених у прикладі матеріалів інструменту, заготовки та інших незмінних параметрів процесу різання:

- Виходячи з отриманих результатів можна зробити висновок, що нерівномірність фрезерування суттєво залежить від ширини фрезерування при однакових параметрах процесу. Вона змінюється стрибками, тому що при зміні ширини фрезерування кількість зубців фрези, що одночасно різуть, також буде змінюватись. Так, при ширині фрезерування від 55 до 80мм одночасно різуть один, або два зуби, при ширині від 80 до 110мм – два або три зуби і при ширині, більшій за 110 мм одночасно різуть три або чотири зубці фрези.

Таким чином, нерівномірність фрезерування на всьому діапазоні досліджень різна, хоча різниця у кількості зубців, що одночасно ріжуть однакова і дорівнює одиниці.

- При підвищенні швидкості різання зменшується максимальна, мінімальна і середня величини окружної складової сили різання. Такий вплив пояснюється опосередкованою дією, через зменшення подачі на зуб фрези. Проте, зменшення не є пропорційним. Таким чином, хоча збільшення швидкості різання зменшує силову напруженість процесу фрезерування, тому для реалізації висуваються додаткові вимоги до фрезерних верстатів: крім підвищення частоти обертання шпинделя, необхідне підвищення потужності приводу головного руху.

- Збільшення хвилинної подачі навпаки від швидкості різання призводить до збільшення максимальної, мінімальної і середньої величин окружної складової сили різання. Що говорить про підвищення частоти обертання та підвищення потужності головного приводу руху.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Аналіз службового призначення та умов роботи деталі в вузлі

2.1.1 Аналіз конструктивних особливостей деталі та її класифікація

В результаті аналізу кресленика деталі «Насадка бокова» (Рисунок 2.1.1) встановлено, що він містить достатню кількість видів, які дають повне уявлення про конструкцію деталі. За конструктивними ознаками деталь «Насадка бокова» відноситься до корпусних деталей

Деталь «Насадка бокова» має такі конструктивні особливості:

- Точні поверхні для базування, різьбові поверхні для кріплення, тощо;
- Вимоги до шорсткості поверхонь;

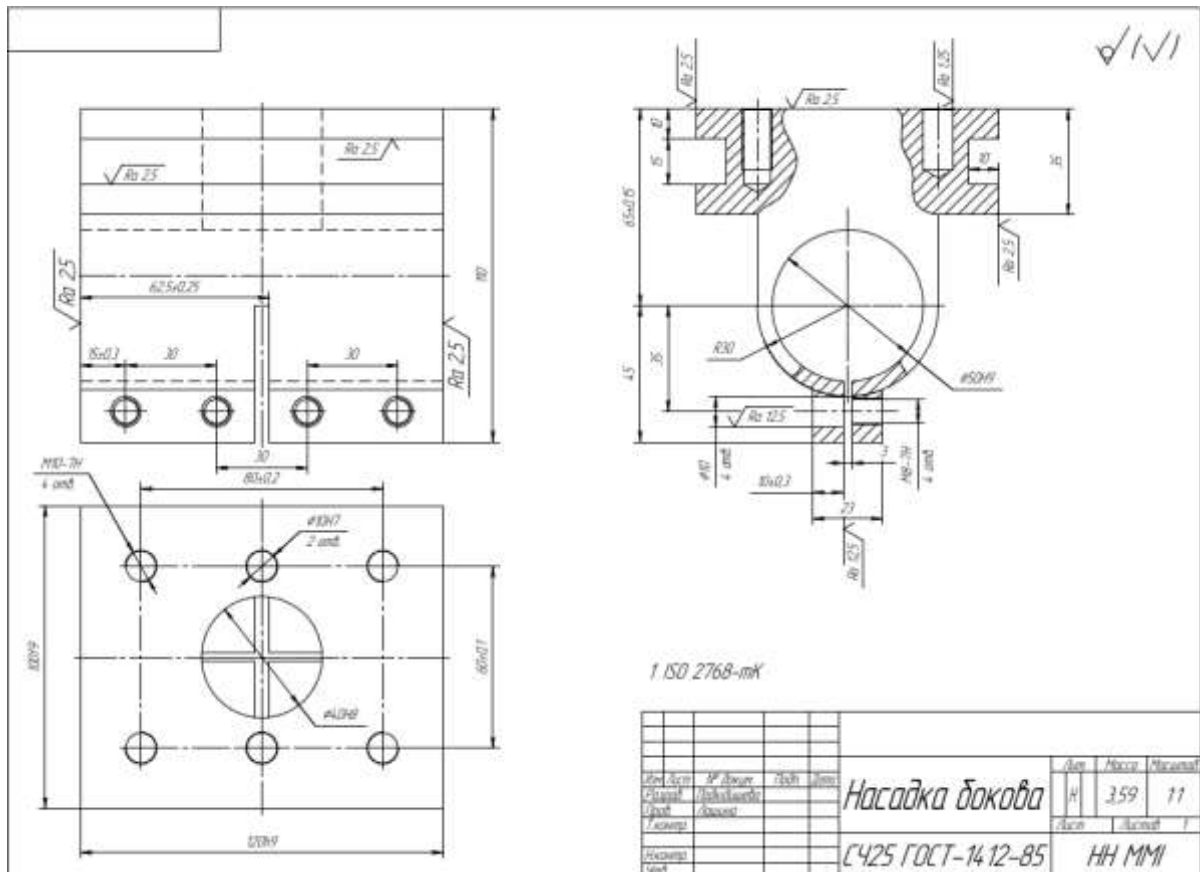


Рисунок 2.1.1 – Кресленик деталі «Насадка бокова»

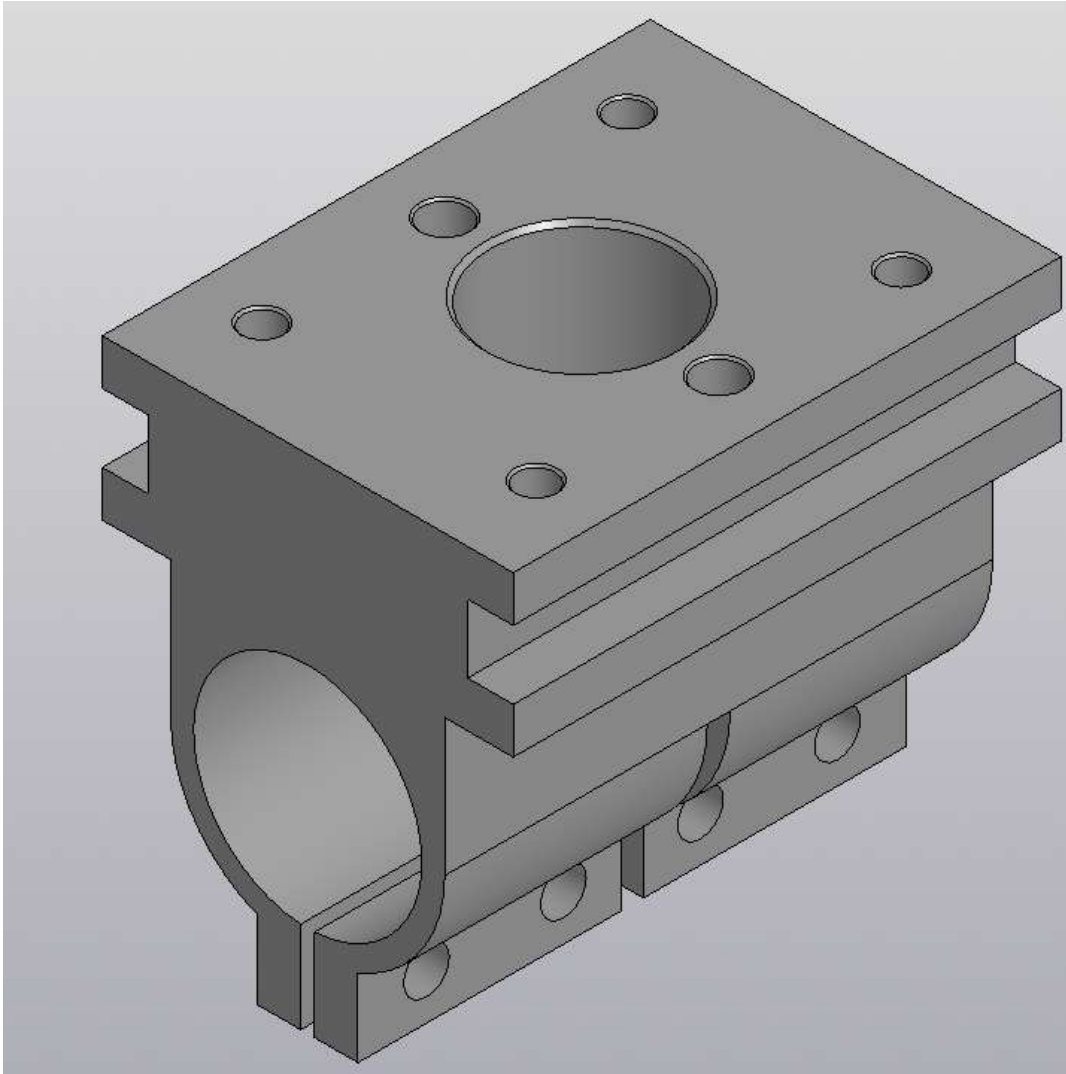


Рисунок 2.1.2 – 3D - модель деталі «Насадка бокова»

Отвори:

1. $\text{Ø}10\text{H}7$ – допуск H7 визначає стандартні граничні відхилення для розмірів отвору, що дозволяє забезпечити сумісність із відповідними валами.
2. $\text{Ø}50\text{H}9$ – допуск H9 надає більшу вільність у виробництві, ніж H7, що може бути корисним для деталей, які не потребують високої точності підбору.
3. $\text{Ø}40\text{H}8$ – цей отвір із допуск H8, який знаходиться між H7 та H9 за ступенем точності.

Площини:

1. $100\text{f}9$ – допуск f9 часто використовується для місць посадки, де не потрібні тісні підгонки.

2. 120H9 – плоска поверхня з номінальною довжиною 120 міліметрів та допуском H9, що вказує на стандартні вимоги до точності.

Класифікація в даному контексті могла б уточнювати, до якої категорії деталей належать ці конструктивні елементи, засновуючись на їх розмірах та допусках. Це може допомогти при проектуванні, виробництві, контролі якості та складанні машин або механізмів.

2.1.2 Аналіз умов роботи деталі в складальній одиниці або вузлі

Деталь "Насадка бокова" відноситься до класу корпусних деталей.

Корпусні деталі – найважливіші складові будь-якого технічного пристрою. Вони є базовими елементами, на які монтуються окремі складальні одиниці та деталі. Корпуси забезпечують необхідну точність відносного положення деталей та механізмів, як у статичному стані, так і під час експлуатації. Деталь "Насадка бокова" є базовою деталлю у вузлі, що є опорою відкритих валів шківів або зубчастих коліс.

Отвори Ø40H7 і Ø50H9 призначення для встановлення вісей;

Різьбові отвори призначені для закріплення клеми вісі для отвору Ø50H9;

Внутрішні циліндричні поверхні Ø40H7 і Ø50H9 пов'язані розміром $65 \pm 0,05$, тому їм потрібно приділити увагу;

2.1.3 Аналіз вибору конструкційного матеріалу

Деталь «Насадка бічна» являється складальною одиницею вузла типу «Корпус», тому для виготовлення деталі обираємо матеріал чавун СЧ25[2], який має наступні хімічні та фізико-механічні властивості:

Таблиця 2.1.3 - Хімічні та фізико-механічні властивості сірого чавуна СЧ25 [2]

C	Si	Mn	S	P
3,2-3,4	1,4- 2,2	0,7-1,0	≤0,15	≤0,2

Межа міцності $\sigma_B = 250$ МПа

Твердість 156-260 НВ

2.2 Визначення типу виробництва та аналіз його впливу на завдання технологічного підготовки виробництва[12]

Тип виробництва - це класифікаційна категорія виробництва, що виділяється за ознаками широти номенклатури, регулярності та обсягу випуску продукції. У відповідності до стандартів ГОСТ 3.1108-74 єдиної системи технологічної документації (ЄСТД) та ГОСТ 14.004-74 ЄСТПВ однією з основних характеристик типу виробництва є коефіцієнт закріплення операцій ($K_{3.0}$), який визначається як відношення кількості всіх операцій, що виконуються або повинні виконуватись протягом місяця до кількості робочих місць та розраховується по формулі:

$$K_{3.0} = \frac{\sum_{i=1}^n TO}{\sum_{j=1}^m PM}, \quad (1.1)$$

де: $\sum_{i=1}^n TO$ - число технологічних операцій,

$\sum_{j=1}^m PM$ - число робочих місць з різними операціями.

Оскільки на даному етапі розробки ще невідомі ні кількість всіх операцій, ні кількість робочих місць, то неможливо визначити коефіцієнт закріплення операцій. У той же час, тип виробництва може бути визначений на основі маси та річного обсягу випуску виробу або заданих завданням на курсовий проект. Визначимо тип виробництва згідно наступної таблиці 2.2

Таблиця 2.2 - Допоміжна таблиця для орієнтовного визначення типу виробництва

Тип виробництва	Річний обсяг випуску деталей одного найменування, шт.		
	Легкі, масою до 20 кг	Середні, масою 20...30 кг	Важкі, масою більше 30кг
одиничне	До 100	До 10	1...5
малосерійне	101...500	11...200	6...10
середньосерійне	501...5000	201...1000	101...300
великосерійне	5001...50000	1001...5000	201...1000
масове	більше 50000	більше 5000	більше 1000

Отже, для деталі масою $m=3,59$ кг та за річного обсягу випуску 100 штук можна прийняти середньосерійний тип виробництва. Для середньосерійного типу виробництва встановлено K_{30} в межах 10...20. Приймаємо $K_{30}=15$.

Тип виробництва визначає структуру технологічних процесів, форму їх організації, вибір металорізальних верстатів, інструментів, засоби проектування операцій, організацію роботи на виробництві.

Для середньосерійного типу виробництва характерна не потокова форма організації виробництва. Виробничу ділянку організують за принципом обробки конструктивно подібних деталей, наприклад дільниця корпусних деталей. На дільниці використовують спеціалізоване устаткування, у тому числі верстати з ЧПУ, розставлене в порядку виконання операцій.

Розмір партії деталей можна визначити по формулі:

$$n = \frac{N \cdot t}{F}, \text{ шт} \quad (2.1)$$

де: N - річна програма випуску деталей, $N=1000$ шт.;

t - кількість днів, на який необхідно мати запас деталей, $t=5$ днів;

F - кількість робочих днів у році, $F=256$ днів.

отже,

$$n = \frac{1000 \cdot 5}{256} = 19,53$$

Висновок: Тип виробництва - середньосерійний. Всі подальші технологічні рішення будемо виконувати для середньо серійного типу виробництва з $K_{30} = 15$.

2.3 Короткий аналіз технологічності конструкції деталі[12]

Технологічність це властивості виробу, які забезпечують найбільшу простоту реалізації технологічного процесу.

Відпрацювання на технологічність представляє собою комплекс заходів по забезпеченню необхідного рівня технологічності конструкції за встановленими показниками, що спрямована на підвищення продуктивності праці, зниження затрат і скорочення часу на виготовлення виробу при забезпеченні її якості. Оцінка технологічності може бути двох видів:

- якісна;
- кількісна.

Якісна оцінка характеризує технологічність конструкції взагалі на основі досвіду і допускається на всіх етапах проектування як попередня.

Кількісна оцінка технологічності виробу виражається числовим показником і доцільна у тому випадку, коли ці показники сильно впливають на технологічність виробу.

В курсовому проекті частково використаємо обидва види оцінки.

2.3.1 Якісна оцінка технологічності конструкції[12]

Матеріал виробу – сірий чавун СЧ25 має гарні ливарні властивості.

Поверхні, що обробляються є простими. При обробленні деталі не потрібно використовувати спеціальний різальний інструмент, всі поверхні є

легкодоступні. Забезпечується точне та надійне базування в процесі оброблення.

Аналіз технологічності конструкції корпусу дозволяє зробити наступні висновки:

- конструкція є достатньо жорсткою, допускає низькі режими різання, використовується широкий набір інструментів;
- конструкція корпусу забезпечує вільний доступ різального та контрольного інструменту до поверхонь, що обробляються;
- усі поверхні та отвори можуть бути оброблені стандартним інструментом.

2.3.2 Кількісна оцінка технологічності деталі[3]

Рівень технологічності конструкції по точності оброблення:

де: $K_{б.тч}$, $K_{тч}$ - відповідно базовий і отриманий коефіцієнти точності оброблення.

Коефіцієнт точності оброблення $K_{тч}$ визначається по формулі

$$K_{у.тч} = \frac{K_{б.тч}}{K_{тч}} \quad (2.2)$$

T_c - середній квалітет точності оброблення виробу;

n_i - кількість розмірів одного квалітету точності;

T - квалітет точності оброблення.

Таблиця 2.3 - Кількісна характеристика

Поверхня	Квалітет		
	7	9	12
Лінійна		7	2
Отвори	2	3	1

$$T_c = \frac{n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots} \quad (2.3)$$

$$T_c = \frac{9 \cdot 7 + 12 \cdot 2 + 7 \cdot 2 + 9 \cdot 3 + 12 \cdot 1}{7 + 2 + 2 + 3 + 1} = 9,34$$

$$K_{Tч} = 1 - \frac{1}{T_c} = 1 - \frac{\sum ni}{\sum Tni} = 1 - \frac{1}{9,34} = 0,89$$

$K_{Tч} = 0,89 > 0,8$ – умова виконується.

Рівень технологічності конструкції по шорсткості поверхонь:

$$Ш_{cp} = \frac{\sum Шn_i}{\sum n_i} = \frac{n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots} \quad (2.4)$$

де: $K_{б.ш}$, $K_{ш}$ – відповідно базовий та отриманий коефіцієнт шорсткості.

Таблиця 2.4 Якісна характеристика

Поверхня	Шорсткість		
	0,63	2,5	12,5
Лінійна	-	7	2
Отвори	1	3	2

$$Ш_{cp} = \frac{0,63 \cdot 1 + 2,5 \cdot 7 + 2,5 \cdot 3 + 12,5 \cdot 2 + 12,5 \cdot 2}{7 + 2 + 1 + 3 + 2} = 5,05$$

$$K_{ш} = \frac{1}{Ш_{cp}} = \frac{1}{5,05} = 0,19$$

$$K_{ш} = 0,19 < 0,32$$

Коефіцієнт використання матеріалу:

Масу заготовки приймаємо з 3D – моделі заготовки;

$$K_{вм} = \frac{M_d}{M_3} = \frac{3,59}{6,36} = 0,56 \quad (2.5)$$

де M_d , M_3 – відповідно маса деталі і маса заготовки;

Рівень технологічності конструкції використання матеріалу:

$$K_{у.и.} = \frac{K_{б.в.м.}}{K_{в.м.}} \quad (2.6)$$

де: $K_{б.в.м.}$, $K_{в.м.}$ – відповідно базовий та отриманий коефіцієнти використання матеріалу.

Відпрацювання деталі на технологічність за кількісними показниками показало, що деталь технологічна за показниками точності розмірів поверхонь, використання матеріалу заготовки, за показником шорсткості поверхонь.

Висновок: З урахуванням виконаного аналізу можна зробити висновок, що деталь є технологічною.

2.4 Проектування конструкції заготовки

2.4.1 Визначення виду та способу виготовлення заготовки[13]

У машинобудуванні для одержання заготовок найбільш широко застосовують лиття, оброблення металів тиском і зварювання, а також комбінації цих методів. Однак кожен з методів має велику кількість способів одержання заготовок. Найчастіше при виборі методу необхідно в першу чергу враховувати матеріал деталі та її призначення.

Враховуючи, що деталь в нас фасонної форми, матеріал деталі сірий чавун СЧ25 та обсяг випуску деталей 1000 шт. приймаємо спосіб виготовлення: лиття. Запропонований метод зменшить кількість використаного матеріалу. За рахунок малого припуску на зовнішню та внутрішню циліндричні поверхні. Мета обґрунтування методу отримання заготовки – знаходження найбільш економічно доцільного методу при визначеному типі виробництва, відомому матеріалі заготовки та вимог до якості виготовлення деталі.

У сучасному виробництві одним з основних напрямків розвитку технології механічної обробки є використання чорнових заготовок з економічними конструкторськими формами, що забезпечують можливість використання найоптимальніших методів оброблення, тобто оброблення з найбільшою продуктивністю та найменшими відходами виробництва. На вибір

метода отримання заготовки впливають: матеріал деталі, її призначення та технологічні вимоги на виготовлення, обсяг та серійність випуску, форма поверхонь та розміри деталі. З огляду на розміри й матеріал деталі, заготовку будемо одержувати литтям у піщано-глинисті форми, так як цей метод є рекомендований для середньосерійного типу виробництва. Основні параметри визначаються згідно [4]:

Визначаємо вартість заготовки по формулі:

$$S_3 = \left(\frac{C_i}{1000} Q \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{II} \right) - (Q - q) \frac{S_{від.}}{1000}; \quad (2.10)$$

де: C_i - базова вартість однієї тони заготовок, $C_i = 29000$ грн.

$K_T, K_C, K_B, K_M, K_{II} = 1$ - коефіцієнти, що залежать від класу точності, групи складності, маси, марки матеріалу й обсягу виробництва заготовок.

Q - маса заготовки, кг; $Q = 6,36$ кг;

q - маса готової деталі, $q = 3,59$ кг;

$S_{від.}$ - ціна 1т відходів, $S_{від.} = 5000$ грн.

Підставивши дані у формулу (2.10), одержимо:

$$S_3 = \left(\frac{29000}{1000} \cdot 6,36 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \right) - (6,36 - 3,59) \frac{5000}{1000} = 174,49 \text{ грн}$$

Вартість заготовки вважатимемо раціональною, а отже прийняти спосіб виготовлення заготовки – лиття у піщано-глинисті формах.

Визначення параметрів виливка виконуються за стандартом ISO8062:1994. Castings - System of dimensional tolerances and machining allowances [5]

Позначення виливка:

Method	Required machining allowance grade								
	Casting material								
	Steel	Grey iron	S. G. iron	Malleable iron	Copper alloys	Zinc alloys	Light-metal alloys	Nickel-based alloys	Cobalt-based alloys
Sand cast, hand-moulded	G to K	F to H	F to H	F to H	F to H	F to H	F to H	G to K	G to K
Sand cast, machine-moulded, and shell moulding	F to H	E to G	E to G	E to G	E to G	E to G	E to G	F to H	F to H

Рисунок 2.4.1 Таблиця класу виливка за [5]

Method	Tolerance grade CT								
	Casting material								
	Steel	Grey iron	S. G. iron	Malleable iron	Copper alloys	Zinc alloys	Light-metal alloys	Nickel-based alloys	Cobalt-based alloys
Sand cast, hand-moulded	11 to 14	11 to 14	11 to 14	11 to 14	10 to 13	10 to 13	9 to 12	11 to 14	11 to 14
Sand cast, machine-moulded and shell moulding	8 to 12	8 to 12	8 to 12	8 to 12	8 to 10	8 to 10	7 to 9	8 to 12	8 to 12

Рисунок 2.4.2 Таблиця точності виливка за [5]

Для визначення припусків та допусків виливка обирається в діапазоні від E до G та точності від 8 до 12; Тому було обрано наступні значення F та 9;

Таблиця 2.4 – зведена таблиця розмірів заготовки

Розмір	Припуск	Допуск	Розмір заготовки
120	1,25x2	1,5	122,5±0,5
110	2,5	1,5	112,5±0,5
100	1,25x2	1,5	102,5±0,5
35	1,8	0,5	36,8±0,25
Ø50	1,0x2	0,5	Ø48 ^{-0,5}
Ø40	0,9x2	0,5	Ø40 ^{+0,5}

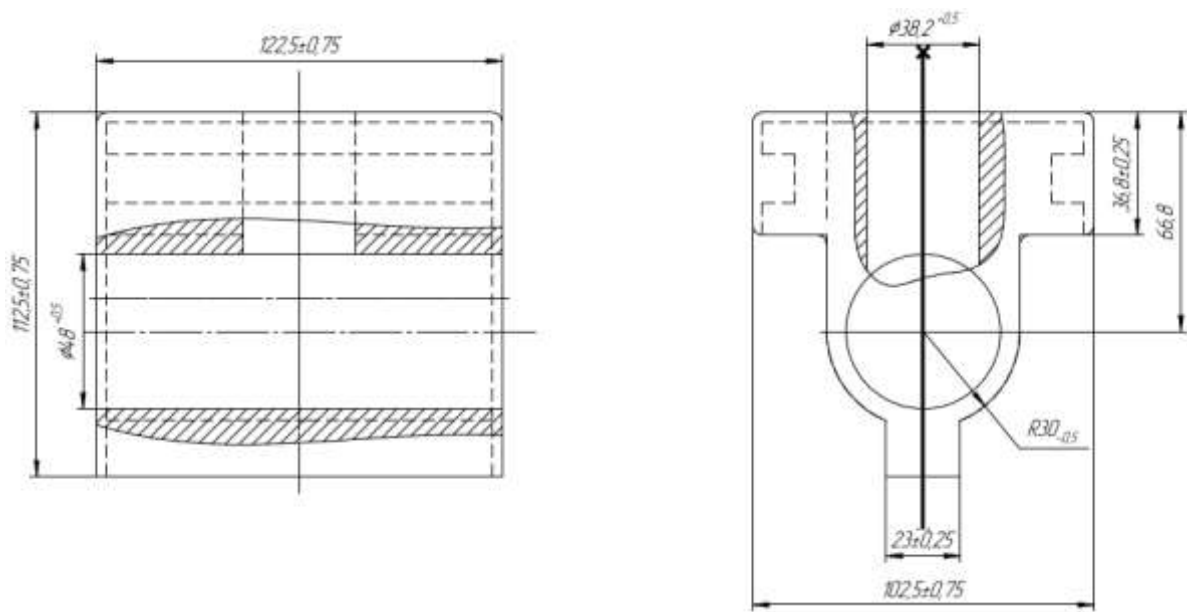


Рисунок 2.4.3 – Ескіз заготовки з піщано-глинисті форми

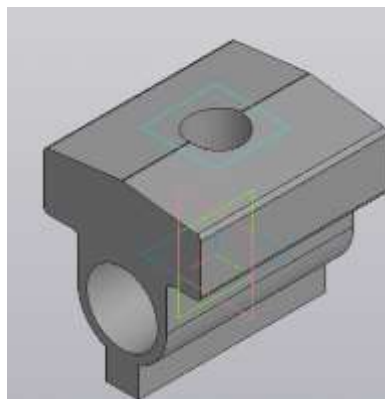


Рисунок 2.4.2 – 3D- модель заготовки

2.5 Обґрунтування вибору баз для технологічного процесу виготовлення деталі

2.5.1 Обґрунтування вибору загальних технологічних баз

Якість виготовлення деталей в значній мірі залежить від правильного вибору технологічних баз, оскільки неправильний вибір викривляє положення заготовки відносно інструмента, приводить до похибки обробленої поверхні, створює нерівномірність припусків на оброблення й може служити причиною браку.

При виборі технологічних баз керуються двома основними принципами[12]: єдності і постійності баз. Принцип єдності баз полягає в тому, що за технологічну базу вибирають поверхню (її вісь або площина симетрії), що є одночасно конструкторською і вимірювальною базами. Якщо це виконати не можливо, то технологічну базу сполучають хоча б з однієї з них. Принцип єдності баз використовується, насамперед, з метою зменшення похибок обробки, а також для одержання найбільш раціонального варіанту технологічного процесу.

Загальний алгоритм вибору технологічних баз передбачає на першому етапі вибір загальних технологічних баз (ЗТБ)[12]. На першій операції (при неможливості - за декілька операцій) потрібно отримати загальну технологічну базу - сукупність поверхонь заготовки, що забезпечує оброблення на більшості операцій технологічного процесу з незмінною установкою заготовки. ЗТБ знаходиться в результаті аналізу конструктивних особливостей заготовки. Для цього виконується класифікація поверхонь заготовки за службовим призначенням. Всі поверхні деталей у відповідності до їх використання прийнято ділити на чотири класи:

- основні конструкторські бази (ОКБ) - використовуються для орієнтації деталі в процесі роботи;
- допоміжні конструкторські бази (ДКБ);
- кріпильні поверхні (КП) - використовуються для визначення положення приєднувальних деталей та елементів;
- вільні поверхні (ВП) - всі інші поверхні деталі.

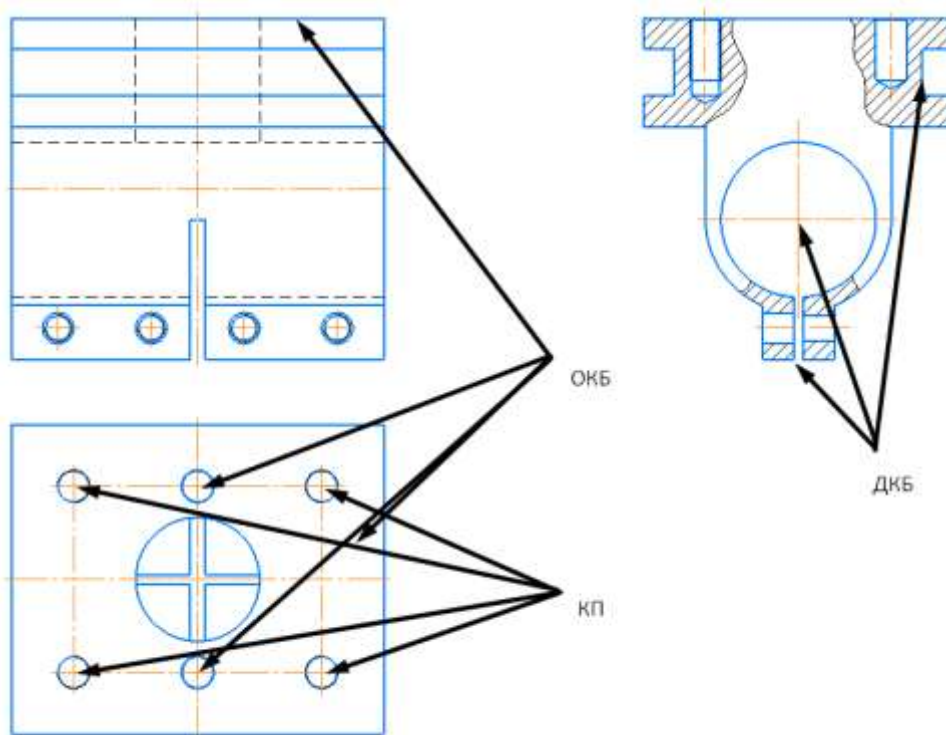


Рисунок 2.5 - Класифікація баз за призначенням

Поверхні, які входять в комплект загальних технологічних баз, повинні мати найбільш сприятливі характеристики якості. Комплект загальних технологічних баз повинен забезпечувати просту установку заготовки, надійність закріплення, найбільш просту конструкцію пристосування.

За ОКБ було обрано контактну площину вузла та 2 отвори під установчі пальці, за ДКБ було обрано торцьову поверхню, центральний отвір та площину.

2.5.2 Обґрунтування вибору технологічних баз для перших технологічних операцій

Виходячи з рекомендацій, отриманих на заняттях з дисципліни «Проектування ТП», розробляємо декілька варіантів схем базування заготовки та аналізуючи кожен, вибираємо найкращий варіант. Алгоритм вибору технологічних баз включає наступні вимоги:

1. В якості ТБ для перших операцій, необхідно приймати поверхні заготовки, які за креслеником не обробляються (забезпечується правильне просторове розміщення необроблених поверхонь, відносно оброблених)

2. В якості ТБ необхідно приймати поверхні з мінімальним припуском, або на яких не допускається брак.

3. В якості ТБ необхідно приймати поверхні, на яких необхідно забезпечити рівномірний припуск на всіх етапах оброблення.

4. Якщо є декілька можливих схем базування, то в якості ТБ, необхідно приймати варіант базування, який зв'яже оброблювану поверхню з базою найкоротшим розмірним ланцюгом.

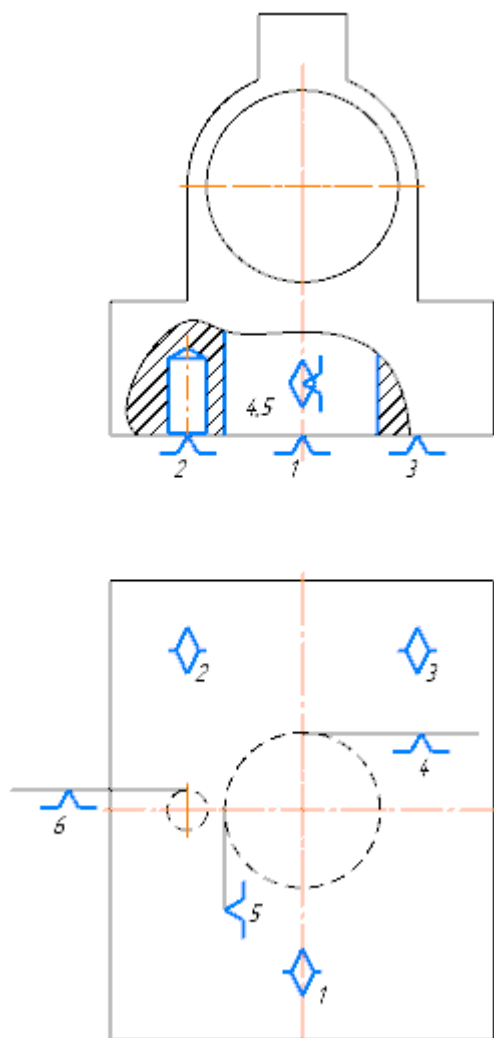


Рисунок 2.5.2 – Схема базування по ЗТБ

Дана схема базування виконується через площину, центральний отвір та центруючий отвір

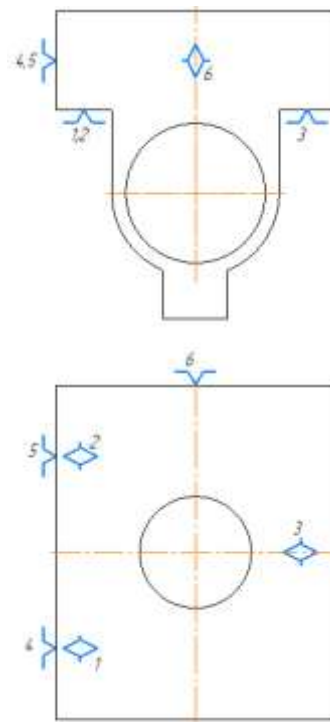


Рисунок 2.5.2 – Схема базування для операції 005

2.6 Проектування типових послідовностей оброблення поверхонь для перших технологічних операцій

Конструкцію деталі можна розділити на сукупність типових геометричних фігур, до поверхонь яких, згідно робочого креслення, висунуто певні вимоги щодо параметрів точності та якості. Практикою машинобудівного виробництва накопичено виробничий досвід технологічних маршрутів (послідовностей) економічного оброблення типових поверхонь для забезпечення заданої точності розмірів та параметрів шорсткості робочих поверхонь[12]. Практично всі технологічні довідники приводять такі послідовності. Типові технологічні маршрути (послідовності) оброблення поверхонь є рекомендаціями, які необхідно додатково аналізувати та уточнювати при технологічному проектуванні. Маршрути оброблення поверхонь, економічна точність та шорсткість робочих поверхонь, що при цьому буде забезпечена наведено в таблиці 2.5.

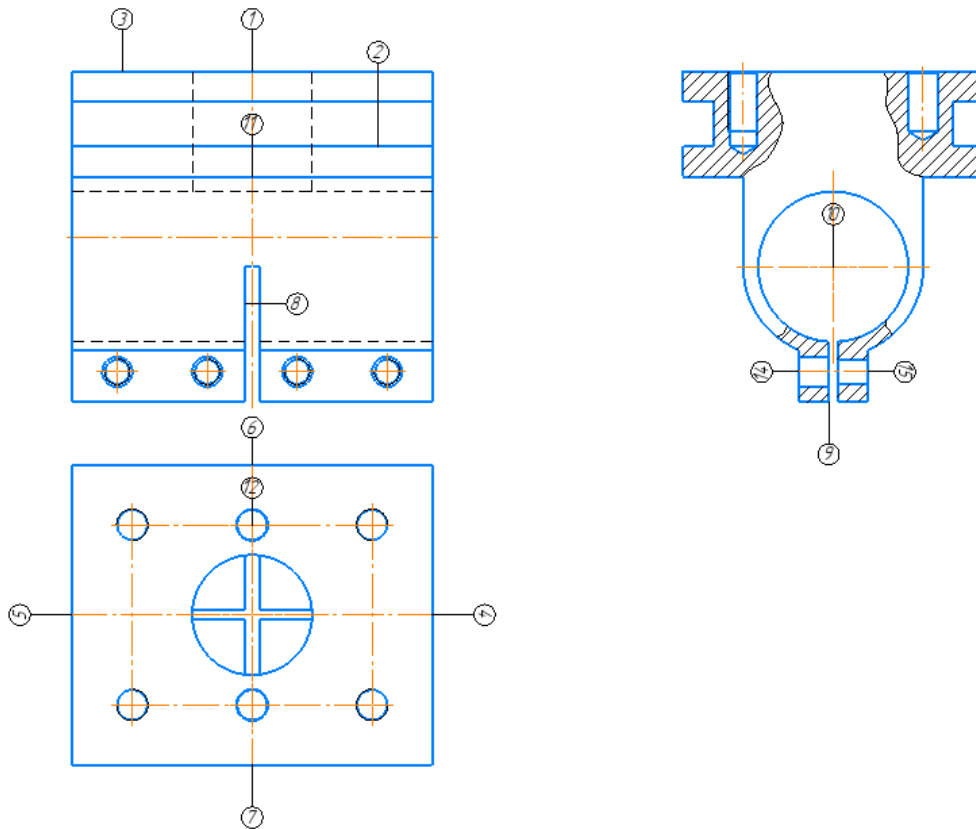


Рисунок 2.6 – Опис поверхонь деталі

Таблиця 2.5 – Зведена таблиця оброблення поверхонь

№	Характеристики якості поверхні за креслеником		Маршрут обробки поверхні	Характеристики якості поверхні після оброблення	
	IT	Ra		IT	Ra
1	9	2,5	Фрезерування: 1. попереднє (чорнове) 2. завершальне (чистове)	12 9	10 2,5
2	9	2,5	Фрезерування: 1. попереднє (чорнове) 2. завершальне (чистове)	12 9	10 2,5
3	9	2,5	Фрезерування: 1. попереднє (чорнове) 2. завершальне (чистове)	12 9	10 2,5
4	9	2,5	Фрезерування: 1. попереднє (чорнове) 2. завершальне (чистове)	12 9	10 2,5
5	9	2,5	Фрезерування: 1. попереднє (чорнове) 2. завершальне (чистове)	12 9	10 2,5
6	9	2,5	Фрезерування: 1. попереднє (чорнове) 2. завершальне (чистове)	12 9	10 2,5
7	9	2,5	Фрезерування: 1. попереднє (чорнове)	12 9	10 2,5

			2. завершальне (чистове)		
8	14	12,5	Фрезерування однократне	12	12,5
9	14	12,5	Фрезерування однократне	12	12,5
10	9	2,5	1. Чорнове 2. Напівчистове 3. Чистове	12 10 9	10 5 2,5
11	9	2,5	1. Чорнове 2. Чистове	10 8	5 2,5
12	7	1,25	Центрування Свердлення Зенкерування Розгортання попереднє Розгортання завершальне	12 11 9 7	20 10 5 1,25
13	14	10	Центрування Свердлення Нарізання різі мітчиком	12 12 7	10 10 5
14	7	12,5	Центрування Свердлення	12 12	12,5 12,5
15	14	10	Центрування Свердлення Нарізання різі мітчиком	12 12 7	10 10 5

2.7 Проектування операційного технологічного процесу виготовлення деталі

На даному етапі проектування необхідно розробити маршрутний технологічний процес оброблення деталі „Насадка бокова”.

На чорнових операціях необхідно обробляти поверхні, які мають найбільший припуск, а також найбільш відповідальні поверхні[12].

Кожний наступний перехід або операція повинні підвищувати характеристики якості оброблюваних поверхонь.

Завершальне, фінішне оброблення найбільш відповідальних поверхонь необхідно виконувати останніми технологічними переходами, так як це дає змогу компенсувати попередні похибки та виключає їх випадкове пошкодження.

У технологічному процесі необхідно передбачати операції контролю, які доцільно розміщувати між окремими операціями та перед виконанням відповідальних високо вартісних операцій, а також у кінці[12].

005 - Багатоцільова з ЧПК (Haas UMC-750)

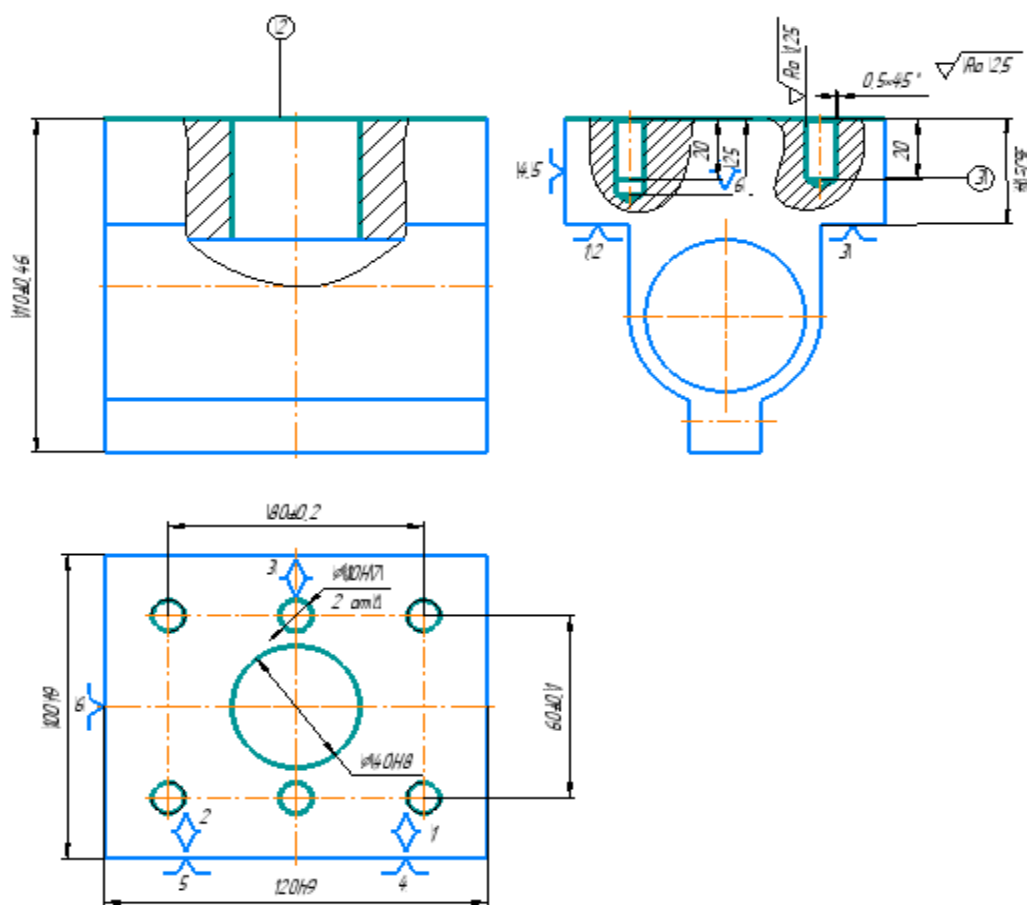


Рисунок 2.7.1 – Операційний ескіз на 005 операцію (Установ А)

А – Встановити, закріпити;

1. Чорнове фрезерування площини 2 з припуском під чистове фрезерування в розмір $35\pm 0,26$ по програмі;
2. Чистове фрезерування площини 2 в розмір $35\pm 0,26$ витримуючи розмір $110\pm 0,46$, по програмі;
3. Розточити начорно під чистове розточування отвір $\varnothing 40H8$ на прохід по програмі;
4. Розточити начисто отвір $\varnothing 40H8$ на прохід по програмі;
5. Центрувати 6 отворів витримуючи розміри $80\pm 0,2$ та $60\pm 0,1$ витримуючи по програмі;

6. Свердли 2 отвори під зенкерування $\varnothing 10H7$ витримуючи розміри 20, $60 \pm 0,1$ по програмі;
 7. Зенкерувати 2 отвори під розгортання $\varnothing 10H7$ витримуючи розміри 20, $60 \pm 0,1$ по програмі;
 8. Розгортання попереднє 2 отворів під розгортання чистове $\varnothing 10H7$ витримуючи розміри 20, $60 \pm 0,1$ по програмі;
 9. Розгорнути остаточно 2 отвори $\varnothing 10H7$ витримуючи розміри 20, $60 \pm 0,1$ по програмі;
 10. Свердли 4 отвори під різьбу M10-7H витримуючи розміри 25, $60 \pm 0,1$, $80 \pm 0,2$ по програмі;
 11. Нарізати різьбу в 4 отворах M10-7H витримуючи розміри 20, $60 \pm 0,1$, $80 \pm 0,2$ по програмі;
- Б - Зняти;

010 Горизонтально-фрезерна з ЧПК (KITAMURA MYCENTER HX300IG/400)

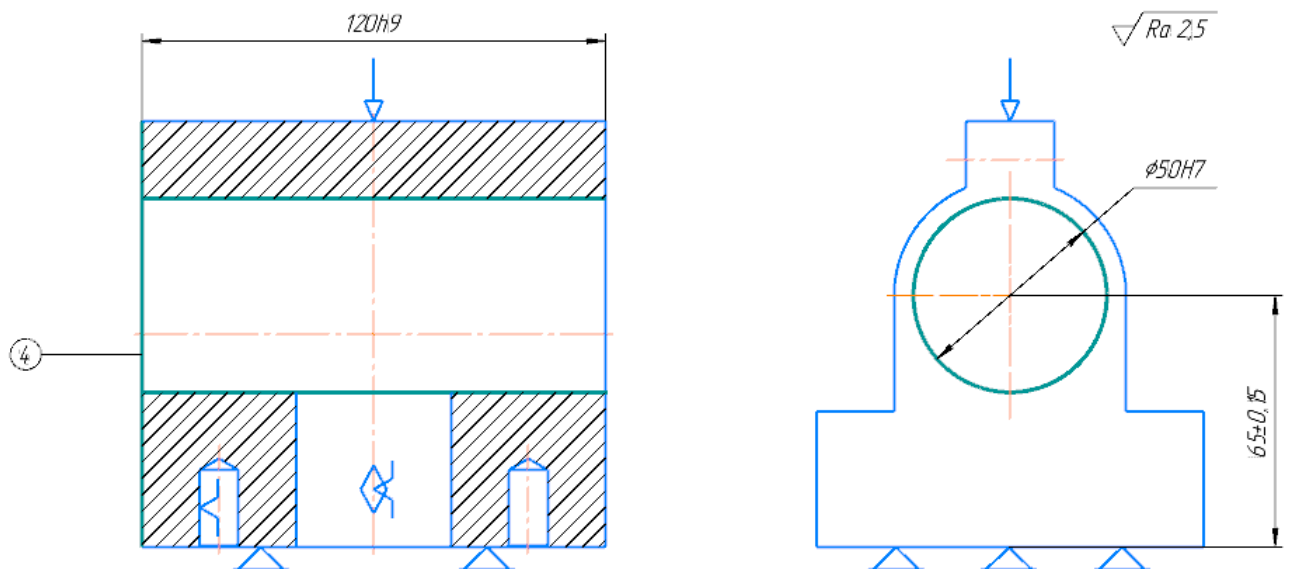


Рисунок 2.7.2 – Операційний ескіз на 010 операцію (Установ А)

А- Встановити, закріпити;

1. Чорнове фрезерування торцевої площини 4 під чистове фрезерування з припуском під поверхню 5 витримуючи розміри 120h9, по програмі;
2. Чистове фрезерування площини 4 витримуючи розміри 120h9, по програмі;
3. Розточити начорно під чистове розточування отвір 50H7 на прохід витримуючи розмір $65 \pm 0,15$ по програмі;
4. Розточити начисто отвір 50H7 на прохід витримуючи розмір $65 \pm 0,15$ по програмі;

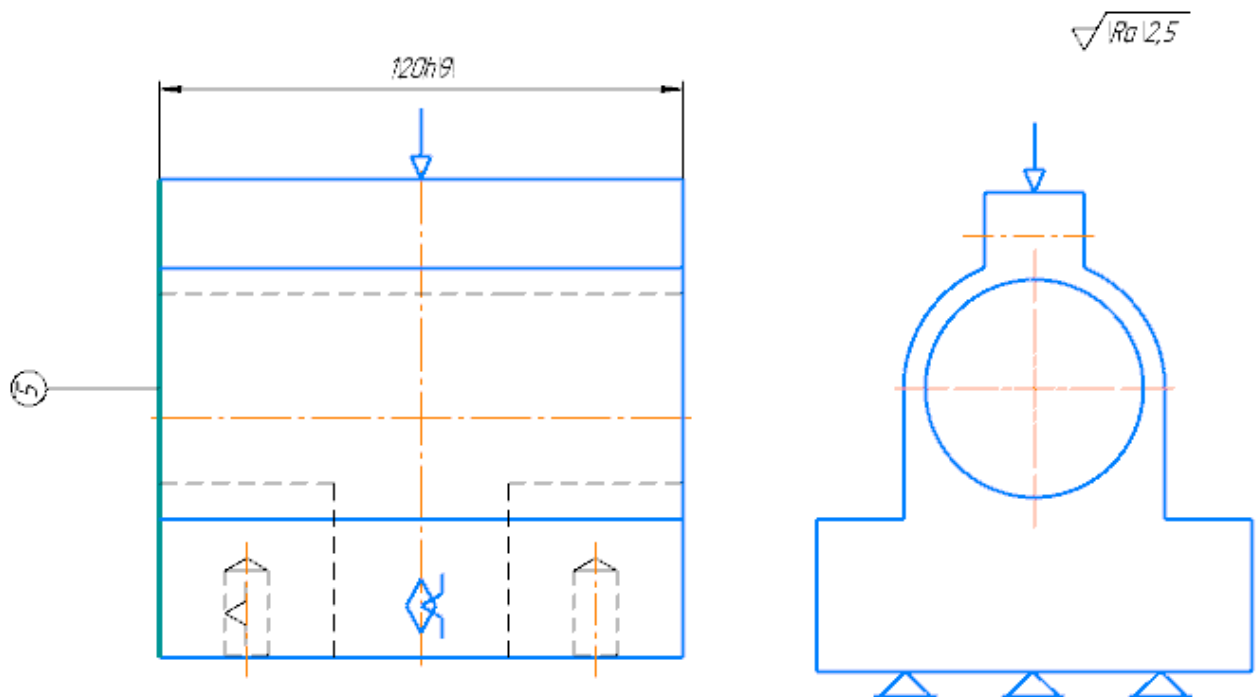


Рисунок 2.7.3 – Операційний ескіз на 010 операцію (Установ Б)

Б- Перевстановити

1. Чорнове фрезерування площини 5 під чистове фрезерування витримуючи розмір 120h9, по програмі;
 2. Чистове фрезерування площини 5 витримуючи розмір 120h9, по програмі;
- В Повернути стіл на 90° ;

1 Чорнове фрезерування виступу під чистове фрезерування на прохід витримуючи розміри $10\pm 0,18$; $10\pm 0,18$, $15J_s14$, 35^* згідно креслення по програмі;

2 Чорнове фрезерування виступу під чистове фрезерування на прохід витримуючи розміри $10\pm 0,18$; $10\pm 0,18$, $15J_s14$, 35^* згідно креслення по програмі;

3 Чорнове фрезерування під чистове фрезерування паза на прохід витримуючи розміри $10\pm 0,18$; $10\pm 0,18$, $15J_s14$, 35^* згідно креслення по програмі;

4 Чистове фрезерування паза на прохід витримуючи розміри $10\pm 0,18$; $10\pm 0,18$, $15J_s14$, 35^* згідно креслення по програмі

5 Центрувати 4 отвори витримуючи розміри $15\pm 0,3$, $30\pm 0,26$ згідно креслення по програмі;

6 Свердлити 4 отвори під різьбу M8-7H витримуючи розміри $15\pm 0,3$, $30\pm 0,26$ згідно креслення по програмі;

7 Нарізати різьбу в 4 отворах M8-7H на довжину $15\pm 0,3$ витримуючи розміри $15\pm 0,3$, $30\pm 0,26$ згідно креслення по програмі;

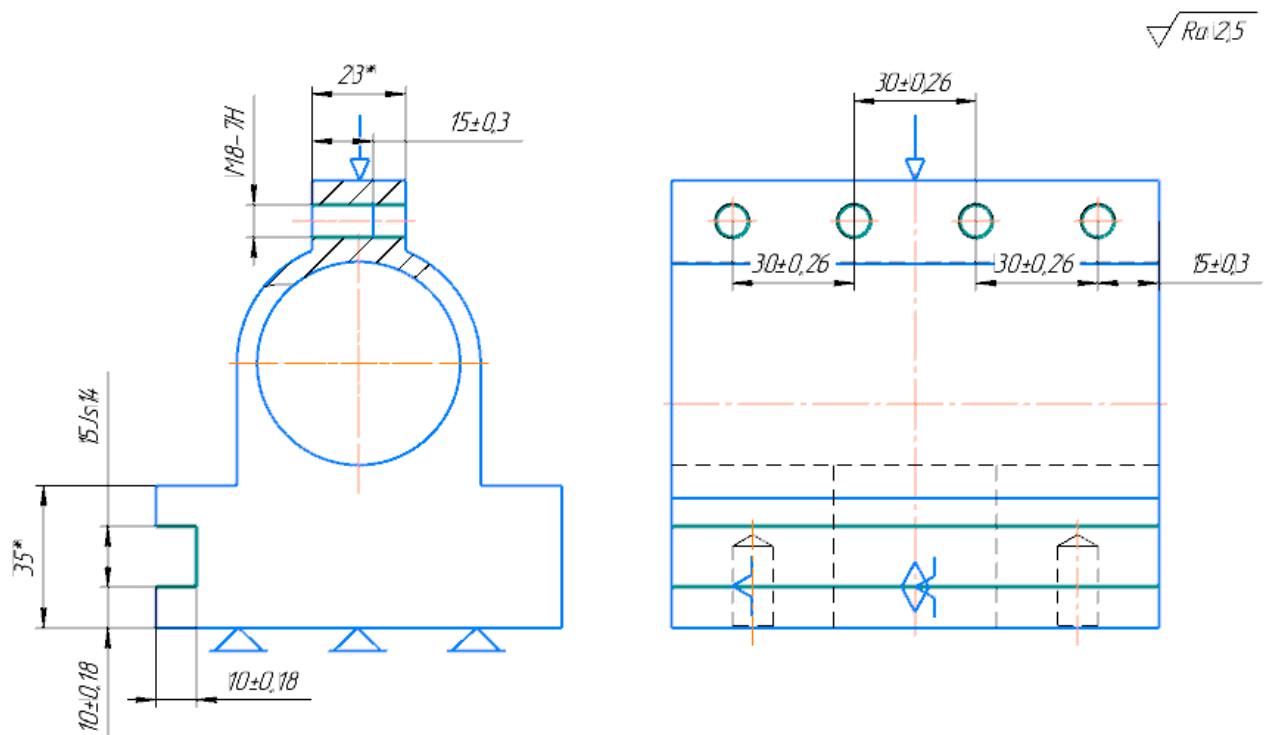


Рисунок 2.7.4 – Операційний ескіз на 010 операцію (Установ В)

Г Повернути стіл на 180°;

1. Чорнове фрезерування виступу під чистове фрезерування на прохід витримуючи розміри $10\pm 0,18$; $10\pm 0,18$, $15Js14$, 35^* згідно креслення по програмі;

2. Чорнове фрезерування виступу під чистове фрезерування на прохід витримуючи розміри $10\pm 0,18$; $10\pm 0,18$, $15Js14$, 35^* згідно креслення по програмі;

3. Чорнове фрезерування під чистове фрезерування паза на прохід витримуючи розміри $10\pm 0,18$; $10\pm 0,18$, $15Js14$, 35^* згідно креслення по програмі;

4. Чистове фрезерування паза на прохід витримуючи розміри $10\pm 0,18$; $10\pm 0,18$, $15Js14$, 35^* згідно креслення по програмі

5. Розсвердлити 4 отвори $\varnothing 10H14$ на довжину $11,5\pm 0,215$ витримуючи розміри $15\pm 0,3$, $30\pm 0,26$ згідно креслення по програмі;

6. Фрезерувати паз витримуючи розміри $5\pm 0,15$, $62,5\pm 0,37$, $45\pm 0,31$ згідно креслення по програмі.

Д – Зняти;

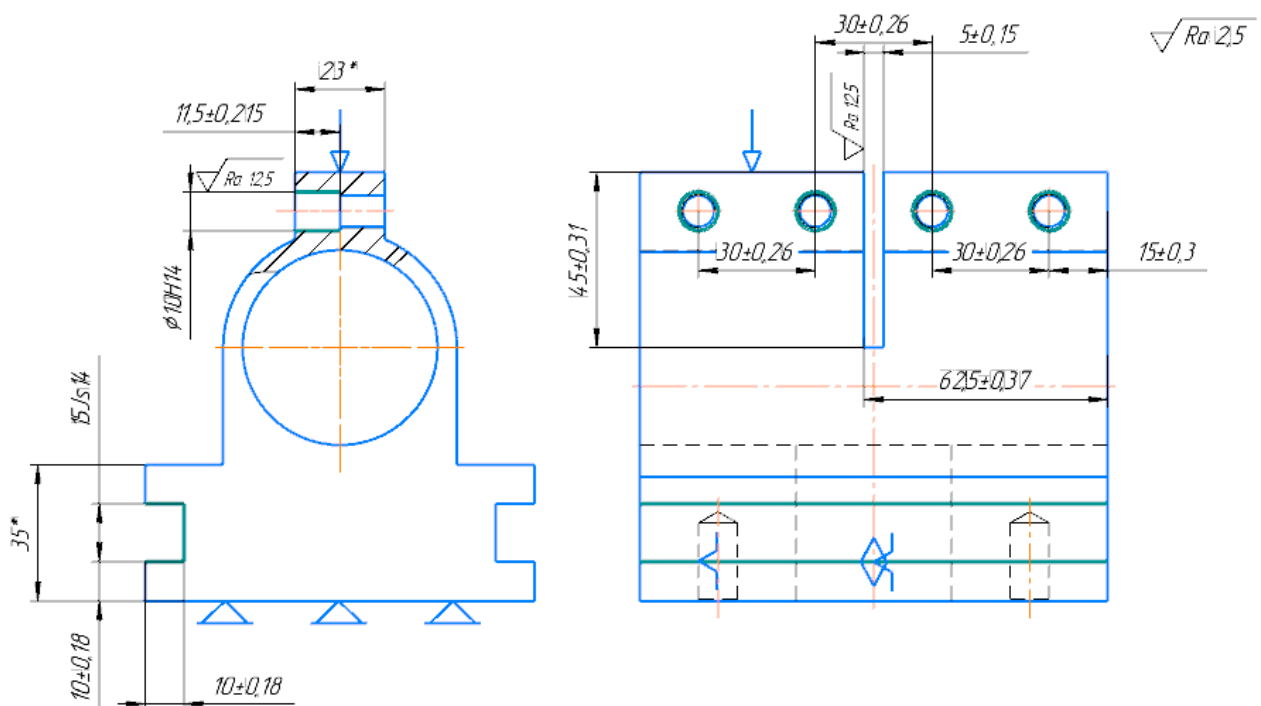


Рисунок 2.7.5 – Операційний ескіз на 010 операцію (Установ Г)

А - Встановити, закріпити

1. Фрезерувати паз витримуючи розміри $3\pm 0,125$, $20\pm 0,26$ згідно креслення по програмі.

Б – Зняти

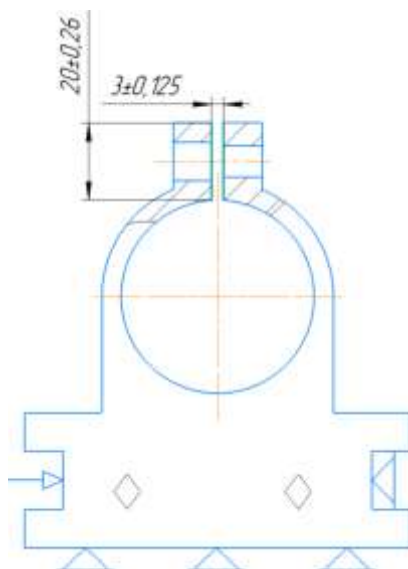


Рисунок 1.7.6 – Операційний ескіз на 025 операцію (Установ А)

020 – Миїчна

25 – Контрольна

2.8 Короткий опис вибору верстатного обладнання



Рисунок 2.8.1 - Обробляючий центр HAAS UMC-750[6]

Максимальні габарити оброблюваної деталі, мм 630x500

Переміщення по вісям, мм:

X	762
Y	508
Z	558
Максимальна частота обертання шпинделя, хв^{-1}	8100
Максимальна робоча подача по вісям, мм/хв.	16500
Інструментальний магазин, шт	40+1
Потужність головного двигуна, кВт	22,4
Габаритні розміри верстата, мм	4115x2870x3048
Маса верстат, кг	7850



**Рисунок . 2.8.2 – Горизонтально-фрезерний KITAMURA MYCENTER
HX300IG/400 [7]**

Максимальні габарити оброблюваної деталі, мм 400x400

Переміщення по вісям, мм:

X	460
Y	510
Z	560
Максимальна частота обертання шпинделя, хв ⁻¹	6000
Максимальна робоча подача по вісям, м/хв.	60
Інструментальний магазин, шт	50
Потужність головного двигуна, кВт	11,0
Маса верстат, кг	9100

2.9 Визначення припусків для технологічних переходів оброблення поверхонь заготовки

2.9.1 Визначення припусків розрахунково-аналітичним методом

Розрахунок міжопераційних припусків для оброблення отвору $\varnothing 40^{+0,039}$

Таблиця 2.9-Технологічний процес обробки містить у собі 2 переходів:

Розточування чистове	H8
Розточування чорнове	H10

Розрахунок припусків ведемо у вигляді таблиці (2.9), в яку послідовно записується технологічний маршрут обробки й всі значення елементів припусків.

Точність й якість поверхонь виливок([8], том 1, стор.182):

$$R_z+h= 500 \text{ мкм} \quad (2.9.1)$$

Відхилення отвору відносно технологічних баз $\Delta_{p.t.б}$, мм – 1,2 у пісчано-глиняних формах ([8], том 1, стор.183);

Перекіс отвору Δ_{π} , мкм на 1 мм для діаметра отвору 30-50 мм; $\Delta_{\pi}= 10$; ([8], том 1, стор.183);

Короблення Δ_k , мкм на 1 мм = 1,0 ([8], том 1, стор.183);

- якість поверхонь після механічної обробки

- для чорнового розточування : $R_z=100$ мкм, $h=100$ мкм([8], том 1, стор.185)

- для чистового розточування : $R_z=25$ мкм, $h=25$ мкм ([8], том 1, стор.185)

Мінімальний припуск на обробку визначаємо по формулі:

$$2Z_i^{min} = 2(Rz_{i-1} + \square_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) \quad (2.9.2)$$

Сумарне просторове відхилення розташування поверхонь із закріпленням заготовки в трьохкулачковому патроні визначаємо по формулі:

$$\Delta = \Delta_{кор} + \Delta_{р.т.б} + \Delta_{п} \quad (2.9.3)$$

де $\Delta_{кор}$ – кривизна профілю проката, мкм ([8], том 1, стор.180),

$$\Delta_{кор} = \Delta_{к} \cdot L = 1,0 \cdot 55 = 55,0 \text{ мкм},$$

$$\Delta = 55,0 + 1200 + 500 = 1755,0 \text{ мкм}.$$

Визначаємо похибку установки по формулі:

$$E_i = \sqrt{E_б^2 + E_з^2 + E_п^2}, \quad (2.9.4)$$

де $E_б$ - похибка базування, що виникає, $E_б=0$;

$E_з$ - похибка закріплення при установці заготовки в УЗП, $E_з = 100$ мкм;

$E_п$ - похибка положення, при обробці за один установ, $E_п=0$.

$$E_i = \sqrt{100^2} = 100 \text{ мкм};$$

Припуск на чорнове розточування:

$$2Z_1^{min} = 2 \cdot \left(100 + 100 + \sqrt{1755,0^2 + 100^2} \right) = 3915,7 \text{ мкм};$$

Припуск на чистове розточування:

$$2Z_1^{min} = 2 \cdot \left(25 + 25 + \sqrt{1255^2 + 100^2} \right) = 2618,0 \text{ мкм};$$

Результати розрахунку наведені в табл. 2.9.1.

Таблиця 2.9.1 Розрахунок припусків на отвір $\text{Ø}40^{+0,039}$

Технологічні операції й переходи обробки елементних поверхонь	Елементи припуску				Розрахунковий припуск, $2Z_{1min}$, мкм	Розрахунковий міні розмір, мм	Допуск, TD, мкм	Прийняті розміри по переходах, мм		Граничні значення припусків, мм	
	Rz	h	Δ	Σ				Rmin	Rmax	Zmax	Zmin
Розміри заготовки	500		1755	-	-	-	500	38,2	38,7	-	-

Чорнове розточування (Н10)	100	100	1755	100	3915 ,7	35	100	39,5	39,6	1,3	0,9
Чистове розточування(Н8)	25	25	1255	100	2618 ,0	Ø35, 8	39	40	40,039	0,5	0,439

Перевірка правильності розрахунків:

$$T_1 - T_{\text{тд}} = \Sigma_2 Z_{\text{max}} - \Sigma_2 Z_{\text{min}} = 500 - 39 = 461 \text{ мкм} = 1,8 - 1,339 = 0,461 \text{ мм}$$

2.9.2 Визначення припусків аналоговим методом

Таблиця 2.9.2 – Припуски на обробку за аналоговим методом

Поверхня деталі	Допск деталі	Допуск Заготовки	Співвідно шення допусків	Вид Кінцевої обробки	Припуск	Розмір
Ø48	0,062	0,5	-	Чорн.	1x2	Ø50 ^{+0,062}
0	0,015	-	-	Чист.	5x2	Ø10 ^{+0,015}
0	0,36	-	-	Чорн	5x2	Ø10 ^{+0,36}
112,5	0,087	1,5	-	Чист	1,25x2	110 ^{-0,036} _{-0,123}
122,5	0,087	1,5	-	Чист	1,25x2	120 _{-0,087}

2.10 Визначення режимів різання

2.10.1 Визначення режимів різання розрахунково аналітичним методом для операції операції 005 Багатоцільова з ЧПК розміру Ø40^{+0,039}

Перехід 5: Розточити начорно під чистове розточування отвір Ø40H8 на прохід по програмі;

$$h = \frac{(D - d)}{2} = \frac{(39 - 35)}{2} = 2,0$$

Глибина різання t , мм розраховується за формулою:

$$t = \frac{h}{i}, \quad (2.10.1)$$

де h – припуск на обробку, мм;

i – кількість проходів інструменту.

$$i=1$$

$$t = \frac{2}{1} = 2$$

Подача S_0 , мм/об призначається для обробки деталі оправками діаметром 30 мм, глибини різання, мм 2 [9, с. 267 табл. 12]

$$S_0 = 0,5,$$

Швидкість різання V_s , м/хв визначається за формулою:

$$V_s = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S_{00}^y} \cdot K_u, \quad (2.10.2)$$

де C_v , K_v , m , x , y – коефіцієнти та показники степені, що враховують дійсні умови різання;

T – стійкість різця, хв.

Приймається для внутрішнього повздовжнього точіння деталі з сірого чавуну різцем з ВК6, подачі, мм/об від 0,4: [9, с.270, табл..17]

$C_v = 243; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,04; T = 45$ [9, с.268]

K_v поправочний коефіцієнт розраховується за формулою:

$$K_v = K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{mv} , \quad (2.10.3)$$

де K_{nv} - коефіцієнт, що залежить від стану заготовки;

K_{nv} - коефіцієнт, що залежить від матеріалу ріжучого інструмента;

K_{mv} - коефіцієнт, що залежить від матеріалу ріжучого інструменту та матеріалу оброблюємої поверхні.

$K_{nv} = 0,8$ – для заготовки відливки [9, с.263, табл.5];

$K_{uv} = 1,0$ - для для обробки чавунів різцем з ВК6 [9, с.263, табл.6];

K_{mv} розраховується за формулою: [9, с.261,]:

$$K_{vm} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{n_v} \quad (2.10.4)$$

$$K_{vm} = \left(\frac{190}{260}\right)^{1,25} = 0,68$$

$$K_v = 0,68 \cdot 1,0 \cdot 0,8 = 0,544$$

$$V_s = \frac{243}{45^{0,2} \cdot 2,0^{0,15} \cdot 0,5^{0,4}} \cdot 0,544 = 73,42$$

Частота обертання шпинделя n , хв^{-1} визначається за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V_u}{\pi \cdot D} , \quad (2.10.5)$$

де D - діаметр оброблюємої поверхні, мм;

$$D = 39$$

$$n = \frac{1000 \cdot 73,42}{3,14 \cdot 39} = 599,54$$

Дійсна частота обертання n_d , хв^{-1} приймається з паспорту верстата

$$n_d = 600$$

Дійсна швидкість різання V_d , м/хв розраховується за формулою :

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_d}{1000} \quad (2.10.6)$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 39 \cdot 600}{1000} = 73,48$$

Хвилинна подача S_{xb} , мм/хв розраховується за формулою:

$$S_{xb} = S_o \cdot n_d \quad (2.10.7)$$

$$S_{xb} = 0,5 \cdot 600 = 300$$

Приймається дійсне значення хвилинної подачі $S_{xb,d}$, мм/хв:

$$S_{xb} = 300$$

Потужність різання N_{piz} , кВт розраховується за формулою 6

$$N_{piz} = \frac{P_z \cdot V_d}{1020 \cdot 60}, \quad (2.10.8)$$

де P_z – тангенціальна сила різання, Н розраховується за формулою:

$$P_z = 10 \cdot C_{pz} \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_{pz}, \quad (2.10.9)$$

де C_{pz} , K_{pz} , x , y , n - коефіцієнти та показники степеней, що враховують дійсні умови різання;

K_{pz} розраховується за формулою:

$$K_{pz} = K_{mpz} \cdot K_{\varphi pz} \cdot K_{\gamma pz} \cdot K_{\lambda pz} \cdot K_{\tau pz}, \quad (2.10.10)$$

де K_{mpz} – коефіцієнт враховуючий вплив якості чавунів на силові залежності;

$$K_{mpz} = 1,13$$

$K_{\varphi pz}$, $K_{\gamma pz}$, $K_{\lambda pz}$, $K_{\tau pz}$ - коефіцієнти призначаються по [9, с.275, табл.23];

$K_{\varphi pz} = 0,89$ – для різця з твердого сплаву з $\varphi = 90^\circ$,

$K_{\gamma pz} = 1,0$ – для різця з твердого сплаву з $\gamma = 10^\circ$,

$K_{\lambda pz} = 1,0$ - для різця з твердого сплаву,

$K_{pз} = 0,93$ - - для різця з твердого сплаву.

$$K_{pз} = 1,13 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,94$$

- Приймаються для розточування чавунів різцями з твердого сплаву: [9, с.274, табл.22]

$$C_{pз} = 92; x = 1,0; y = 0,75; n = 0$$

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot 2,0^{1,0} \cdot 0,5^{0,75} \cdot 73,48^0 \cdot 0,94 = 1028,43 \text{ Н}$$

$$N_{pз} = \frac{1028,43 \cdot 73,48}{1020 \cdot 60} = 1,24$$

Перевірка двигуна верстата на достатність потужності виконується із умови за формулою:

$$N_{pз} \leq N_{дв} \cdot \eta \quad (2.10.11)$$

де $N_{дв}$ – потужність двигуна верстата, кВт;

η - коефіцієнт корисної дії двигуна;

$$\eta = 0,85; N_{дв} = 22,4 \text{ кВт}$$

$$1,24 \leq 22,4 \cdot 0,85$$

$$1,24 \leq 19,0$$

Умова виконується, тобто потужність двигуна дозволяє працювати на розрахованих режимах різання.

Основний машинний час T_0 , хв розраховується за формулою:

$$T_0 = \frac{L_{рх}}{S_{хв}} \cdot i, \quad (2.10.12)$$

де $L_{рх}$ – довжина робочого ходу, мм.

Довжина робочого ходу $L_{рх}$, мм розраховується за формулою:

$$L_{рх} = l + y + \Delta, \quad (2.10.13)$$

де l - довжина різання, мм;

Δ - величина перебігу інструменту, мм;

y - величина врізання інструменту, мм.

$$l = 55; \Delta = 3$$

Величина врізання інструменту y , мм розраховується за формулою:

$$y = t \cdot \operatorname{ctg} \varphi \quad (2.10.14)$$

$$\varphi = 90^\circ$$

$$y = 2,0 \cdot \operatorname{ctg} 90 = 0,21$$

$$L_{p.x} = 55 + 0,21 + 3 = 58,21$$

$$T_o = \frac{58,21}{300} \cdot 1 = 0,2$$

Перехід 6: Розточити начисто отвір $\varnothing 40H8$ на прохід по програмі;

$$h = 0,5$$

Глибина різання t , мм розраховується за формулою (2.10.1):

i – кількість проходів інструменту.

$$i = 2$$

$$t = \frac{0,5}{2} = 0,25$$

Подача S_o , мм/об призначається для обробки деталі з чавуну твердістю 170-241НВ [9, с. 271 табл. 19]

$$S_o = 0,06$$

Швидкість різання V_i , м/хв призначається для обробки деталі з чавуну твердістю 170-241НВ [9, с. 271 табл. 19]

$$V_i = 100$$

Частота обертання шпинделя n , хв^{-1} визначається за формулою (2.10.5):

$$n = \frac{1000 \cdot 100}{3,14 \cdot 40} = 796,2$$

Дійсна частота обертання n_d , хв^{-1} приймається з паспорту верстата

$$n_d = 800$$

Дійсна швидкість різання V_d , м/хв розраховується за формулою (2.10.6)

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 800}{1000} = 100,48$$

Хвилинна подача $S_{\text{хв}}$, мм/хв розраховується за формулою (2.10.7):

$$S_{\text{хв}} = 0,06 \cdot 800 = 48$$

Приймається дійсне значення хвилинної подачі $S_{\text{хв,д}}$, мм/хв :

$$S_{\text{хв}} = 48$$

Потужність різання $N_{\text{різ}}$, кВт розраховується за формулою (2.10.8)

де P_z – тангенціальна сила різання, N розраховується за формулою (2.10.9):

- Приймаються для розточування сірого чавуна різцями з швидкорізальної сталі: [9, с.274, табл.22]

$$C_{pz} = 40; x = 1,0; y = 0,75; n = 0$$

$$P_z = 10 \cdot 40 \cdot 0,25^{1,0} \cdot 0,06^{0,75} \cdot 100,48^0 \cdot 0,94 = 11,4$$

$$N_{\text{різ}} = \frac{11,4 \cdot 100,48}{1020 \cdot 60} = 0,02$$

Перевірка двигуна верстата на достатність потужності виконується із умови за формулою (2.10.10):

$$\eta = 0,85; N_{\text{дв}} = 22,4 \text{ кВт}$$

$$0,02 \leq 22,4 \cdot 0,85$$

$$0,02 \leq 22,4$$

Умова виконується, тобто потужність двигуна дозволяє працювати на розрахованих режимах різання.

Основний машинний час T_0 , хв розраховується за формулою (2.10.11):

$$y=2,0 \cdot \operatorname{ctg} 90=0,21$$







$$L_{p.x}=55+0,21+3=58,3$$


$$T_0 = \frac{58,3}{48} \cdot 2 = 2,43$$

2.10.2 Визначення режимів різання аналоговими методами






Для подальших розрахунків режимів різання буде використовуватись сайт Sandvik coromant[10]

Таблиця 2.10.1 – Зведена таблиця режимів різання



№ опер.	Перехід	Обробка	Інструмент	V, м/хв	h, мм	S, мм/об	n, об/хв	T ₀ , хв
005	1	Фрезерування	 345-063Q22-13H Tool	247	2,0	0,45 мм/зуб	1140	12,42
	2	Фрезерування	 345R-1305M-PM 4330 Insert Face (6x)	356	0,5	0,18	2170	7,26
	3	Розточування	 TR-SL-D13XCR-25 Tool	73,48	0,75	0,5	600	2,42
	4	Розточування	 TR-DC1312-M 4425 Insert  570-2C 25 200 Adaptor	100,48	0,15	0,06	800	0,2
	5	Центрування	 860.1-0300-016A1-PM P1BM Tool	82,4	1,5	0,07	8100	0,27
	6	Свердлення	 860.1-0900-031A1-PM P1BM Tool	173	5	0,3	5510	1,62
	7	Зенкерування		173	0,5	0,3	5510	0,3

	8	Розгортання		173	0,1	0,3	5510	0,2
	9	Розгортання		173	0,1	0,3	5510	0,1
	10	Свердлення	 860.1-0950-080A1-PM P1BM Tool	173	5	0,3	5510	4,0
	11	Нарізання різі	 T300-PM104DA-M10 P1PM Tool	43	-	1,5	1370	10,0








$$\sum T_o = 7,26 + 12,42 + 5,2 + 2,42 + 0,2 + 2,43 + 0,27 + 1,62 + 0,3 + 0,2 + 0,1 + 4,0 + 10,0 = 46,84$$

010 (A)	1	Фрезерування	 345-063Q22-13H Tool	328	2,0	0,623	1760	8,3
	2	Фрезерування	 345R-1305M-PM 4330 Insert Face (6x)	355	0,5	0,182	2160	4,0
	3	Розточування	 TR-SL-D13XCR-25 Tool  TR-DC1312-M 4425 Insert	144	0,7 5	0,751	926	10,56
	4	Розточування	 570-2C 25 200 Adaptor	220	0,2 5	0,185	1400	27,9






$$\sum T_o = 8,3 + 4,0 + 10,56 + 27,9 = 50,76$$





010 (B)	1	Фрезерування	 345-063Q22-13H Tool	328	2,0	0,623	1760	8,3
	2	Фрезерування	 345R-1305M-PM 4330 Insert Face (6x)	355	0,5	0,182	2160	4,0

$$\sum T_o = 8,3 + 4,0 = 12,3$$

010 (B)	1	Фрезерування	 345-063Q22-13H Tool	247	2,0	0,45 мм/зуб	1140	12,42
	2	Фрезерування	 345R-1305M-PM 4330 Insert Face (6x)	356	0,5	0,18	2170	7,26
	3	Фрезерування	 R331.35C-050A20EM100 Tool	368	10	0,221	1040	21,33
	4	Фрезерування	 N331.1A-08 45 08H- PM4330 Insert periphery (A) INS_A (3x)					
	5	Центрування	 860.1-0300-016A1-PM P1BM Tool	82,4	1,5	0,07	8100	0,18
	6	Свердлити	 860.1-0750-028A1-PM P1BM Tool	173	4	0,3	5510	0,4
	7	Нарізання різі	 T300-PM104DA-M8 P1PM Tool	45		1,25	1790	8,0

$$\sum T_o = 21,33 + 7,05 + 0,18 + 0,4 + 8,0 = 36,96$$

010 (Г)	1	Фрезерування	 345-063Q22-13H Tool	247	2,0	0,45 мм/зуб	1140	12,42
	2	Фрезерування	 345R-1305M-PM 4330 Insert Face (6x)	356	0,5	0,18	2170	7,26
	3	Фрезерування	 R331.35C-050A20EM100 Tool	368	9	0,221	1040	21,33
			 N331.1A-08 45 08H- PM4330 Insert periphery (A) INS_A (3x)					
			 N331.1A-08 45 08H- PM4330 Insert periphery (B) INS_B (3x)					

	4	Фрезерування		368	1	0,283	1330	7,05
	5	Розсвердлення	 860.1-1400-040A1-PM P13M Tool	173	1	0,3	5510	0,33
	6	Фрезерування	 1K334-0300-020-XC 1730 Tool	233	5	0,0294	1480 0	3,2
$\sum T_o = 21,33 + 7,05 + 0,33 + 3,2 = 31,91$								
015	1	Фрезерування	 QD-G-100X22-M Tool  QD-NG-0300-020M-PM 4340 Insert (8x)	275	3	0,118	1390	16,32

$$\sum T_o = 46,84 + 50,76 + 12,3 + 36,96 + 31,91 + 16,32 = 195,09$$

2.11 Нормування технологічних операцій

2.11.1 Розрахунок поштучного часу для операції

Нормування багатоцільової операції з ЧПК 015 виконується по [11] з урахуванням особливостей нормування операцій, що виконуються на верстатах з ЧПК в послідовності:

Призначається час $T_{\text{вст.зн}}$, хв для встановлення деталі вагою, кг до 8 в спеціальних пристроях. [11, с.56, карта 2].

$$T_{\text{вст.зн}} = 0,14$$

Розраховується машинно-допоміжний час $t_{\text{м.в}}$, хв, зв'язаний з виконанням допоміжних переходів і переміщень, що складається з суми часів одночасного переміщення робочих органів верстата по осям Z та X: [11, с.605, табл. 12];

- прискореного – 0,03: ураховується 24 рази;
- установочного – 0,1: ураховується 13 рази;

- установочного в зоні різання – 0,04: урахується 11 раз;
- повороту револьверної головки на одну позицію – 0,02: урахується 10 рази.

$$t_{\text{м.в.}} = 0,03 \cdot 24 + 0,1 \cdot 13 + 0,04 \cdot 11 + 0,02 \cdot 10 = 2,9$$

Допоміжний час $T_{\text{доп}}$, хв визначається за формулою

$$T_{\text{доп}} = T_{\text{вст.зн}} + t_{\text{м.в.}} \quad (2.11.1)$$

$$T_{\text{доп}} = 0,14 + 2,9 = 3,04$$

Оперативний час $T_{\text{оп}}$, хв розраховується за формулою

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_{\text{вст.зн.}} + t_{\text{м.в.}} \quad (2.11.2)$$

$$T_{\text{оп}} = 46,84 + 0,14 + 2,9 = 49,88$$

Додатковий час $T_{\text{дод}}$, хв. становить 10% від оперативного часу по [11, с.605, табл. 12]

$$T_{\text{дод}} = \frac{10 \cdot 49,88}{100} = 5,0$$

Розраховується штучний час $T_{\text{шт}}$, хв за формулою

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{дод}}, \quad (2.11.3)$$

$$T_{\text{шт}} = 49,88 + 5,0 = 54,88$$

Розраховується підготовчо-заклучний час, $T_{\text{нз}}$, хв за формулою

$$T_{\text{нз}} = T_{\text{нз1}} + T_{\text{нз2}} + T_{\text{нз3}}, \quad (2.11.4)$$

де $T_{\text{нз1}}$ - затрати часу на прийоми підготовки до роботи, хв;

$T_{\text{нз2}}$ - затрати часу, що враховує додаткові прийоми, хв;

$T_{\text{нз3}}$ - час на пробну обробку деталі, хв.

Час $T_{\text{нз1}}$, хв складається з [2, с.605]:

- ознайомлення з документами та огляд заготовки

- інструктаж майстра - 2
- встановлення робочих органів верстата в нульове положення - 4
- введення програми - 2

$$T_{nz1} = 4+2+4+2=12$$

Час, що враховує додаткові прийоми T_{nz2} , хв складається з [2, с.605]:

- часу на складання інструмента - 2 хв;
- часу на отримання інструменту - 7 хв;

$$T_{nz2} = 2 + 7 = 9$$

Час на пробну обробку T_{nz3} , хв. приймається для обробки неточної деталі одинадцятьма інструментами [2, с.605]:

$$T_{nz3} = 18,7$$

$$T_{nz} = 12 + 9 + 18,7 = 39,7$$

Штучно калькуляційний час $T_{шт.к.}$, хв розраховується за формулою

$$T_{шт.к.} = T_{шт} + \frac{Tn}{n} \quad (2.11.5)$$

$$T_{шт.к.} = 54,88 + \frac{39,7}{20} \approx 56,87$$

2.11.2 Нормування аналоговими методами

Подальші розрахунки заносимо до таблиці 2.11.2

Таблиця 2.11.2 – Зведена таблиця нормування часу

№	T _о ХВ	T _{вст.зн} ХВ	t _{м.в.} ХВ	T _{пз} ХВ	T _{шт} ХВ	T _{доп} ХВ	T _{дод} ХВ	T _{оп} ХВ	T _{шт.к} ХВ
005	49,88	0,14	2,9	39,7	54,88	3,04	5,0	49,88	56,87
010	131,93	0,5	5,52	32,9	151,75	6,02	13,8	137,95	153,4
015	16,32	0,15	0,2	22,7	18,34	0,35	1,67	16,67	19,5

3 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНИХ ПРИСТРОЇВ

3.1 Розроблення і розрахунок конструкцій верстатних пристроїв

3.1.1 Вихідні дані для розроблення конструкцій верстатних пристроїв[14]

Основним вихідними даними є:

- конструкторський документ на деталь і відповідну їй заготовку;
- технологічні документи на попередню операцію, та на операцію для якої проектується

пристрій;

- річна програма випуску деталей;
- альбом типових конструкцій верстатних пристроїв;
- паспортні дані металорізальних верстатів;
- визначити можливість обробки деталі в однієї пристрої.

Для виготовлення деталі «Насадка бокова» використовуються 2 верстатних пристроїв. Перша конструкція складається лещат та упора. Друга з плити з циліндричним пальцем і ромбічним пальцем та прихватами.

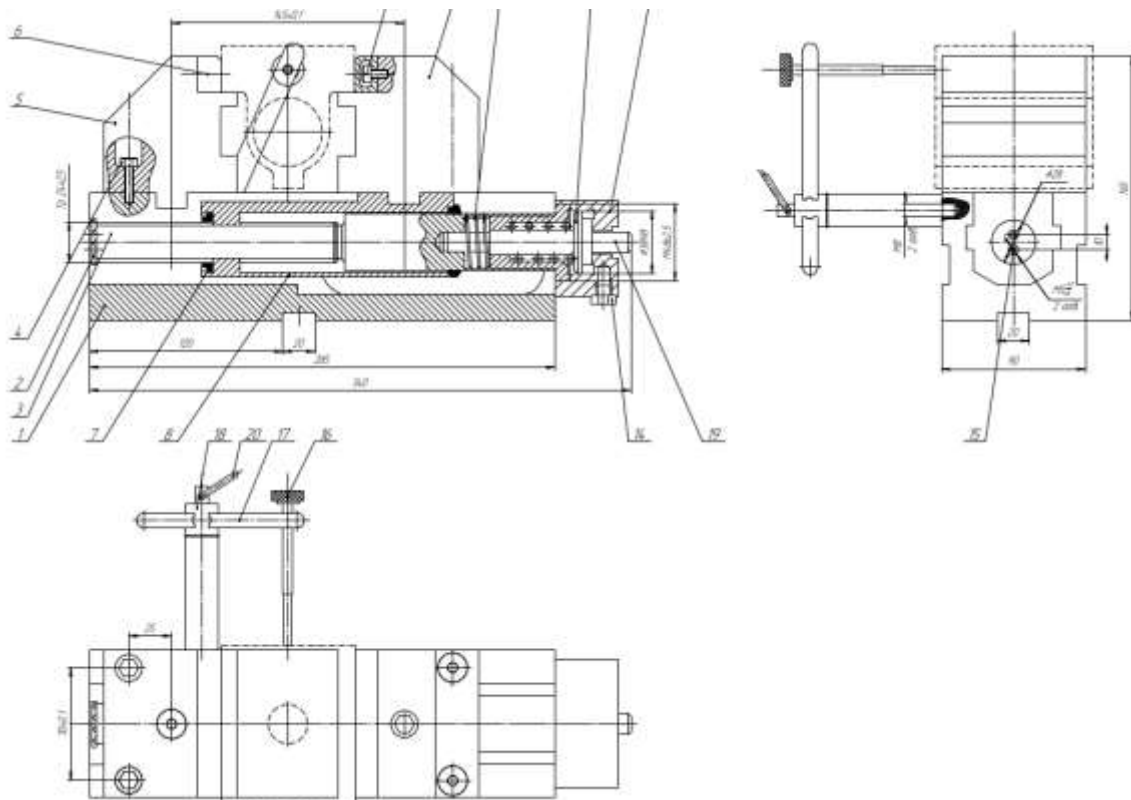


Рисунок 3.1.1 –Креслення верстатного пристрою на 005 операцію

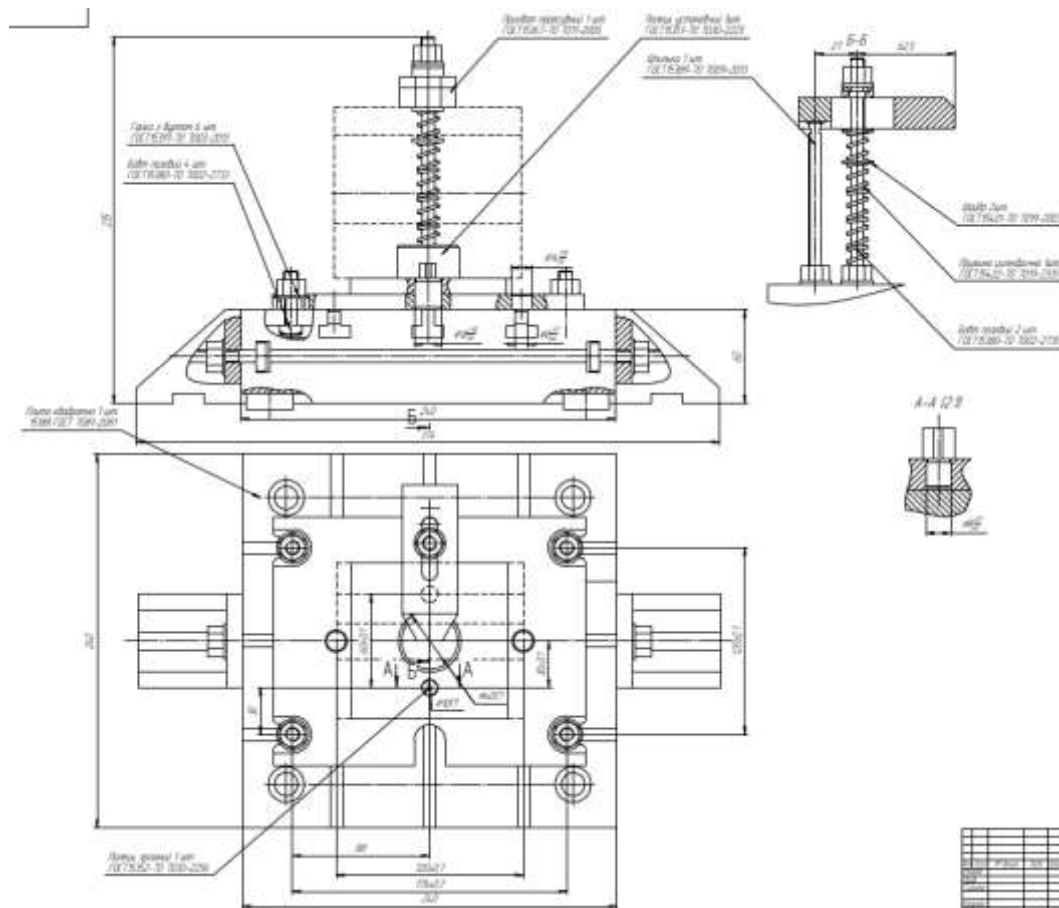


Рисунок 3.1.2 –Креслення верстатного пристрою на 010 операцію

3.1.2 Послідовність розроблення конструкції пристрою

Рекомендується проводити проектування пристроїв в такій послідовності[14,15,16]:

1. Спочатку визначте характеристики верстата, такі як довжина робочого та холостого ходів, розміри стола та шпинделя, відстань між центрами та їх висоту. Це дозволить визначити габарити пристроїв, що залежать від особливостей конкретного верстата.

2. Визначте метод базування деталі з урахуванням обраних базових поверхонь.

3. При наявності деталей, які підлягають обробці, ознайомтеся з їх конструкцією та станом базових поверхонь, щоб встановити реальні розміри та відхилення, необхідні для вибору конструкцій опор.

4. Визначте напрямок дії сил різання та місце прикладення затиску.

5. Розташуйте установчі деталі пристрою, враховуючи напрямок дії сил та затисків, зосереджуючи опори так, щоб вони ефективно протидіяли силам різання.

6. Виберіть тип затискного пристрою з урахуванням обраного типу пристрою та такту випуску деталей.

7. Виберіть допоміжні деталі та механізми пристроїв, при цьому слід прагнути досягти мінімальної ваги та габаритів, зберігаючи необхідну жорсткість та міцність.

8. Розробіть специфікацію пристроїв з вказанням використаних стандартів.

При класифікації пристроїв за складністю можна використовувати наступні ознаки:

1. Група 1: Прості пристрої з невеликими габаритами та базовими затисками, які призначені для закріплення деталей.

2. Група 2: Прості пристрої з корпусами середньої важкості, також призначені для закріплення деталей.

3. Група 3: Прості пристрої зі складними корпусами та затисками, середні за габаритами.

4. Група 4: Прості пристрої зі складними корпусами та середніми затисками, а також середні пристрої зі складним принципом дії.

5. Група 5: Середні за габаритами пристрої зі складними корпусами та принципами дії, а також складними затисками.

3.2 Теоретичні та методологічні основи проектування верстатних пристроїв

3.2.1 Визначення похибок закріплення верстатного пристрою[17]

Похибка закріплення при закріпленні на палець та прихват:

Похибка закріплення на пальці= 0,01 мм

Похибка прихвату = 0,05 мм

3.3 Розрахунок затискних систем верстатних пристроїв[14,15,16]

3.3.1 Розрахунок необхідної сили затиску заготовки Q

З огляду на технологічний процес представленого оброблення деталі для операції 005, можна зробити висновок, що найбільші сили різання будуть виникати при розточуванні, тому розрахунки будемо проводити з умови рівноваги заготовки при цій обробці.

Вихідні дані:

Розточна головка: TR-SL-D13XCR-25

Ріжуча пластина : TR-DC1312-M 4425

Подача: $S_0 = 0,5 \text{ мм}$;

Швидкість різання: $V = 73,48 \text{ м/хв}$;

Частота обертання шпинделя: $n = 600 \text{ об/хв}$;

Тангенціальна складова сили різання: $P_z = 1028,43 \text{ Н}$;

$P_x = 1028,43 \cdot 0,55 = 565,64 \text{ Н}$;

Зміщення заготовки в напрямку дії сили різання

Конструкцію можна вважати жорскою, бо опорні елементи важільних механізмів короткі.

Визначаємо необхідну силу затиску за формулою:

$$Q = \frac{kP_{\text{різ}}}{f_1 + f_2} \quad (3.1)$$

де,

$k = 2,5$, - коефіцієнт запасу;

$f_1 = 0,15$ – коефіцієнт тертя;

$f_2 = 0,15$ – коефіцієнт тертя;

отже

$$Q = \frac{2,5 \cdot 1028,43}{0,15 + 0,15} = 8570,25 \text{ Н}$$

Силовий розрахунок механізму:

$i = 2,5$ –передавальне відношення сил.

$$W = \frac{Q}{i} = \frac{8570,25}{2,5} = 3428,1 \text{ Н,}$$

З огляду на технологічний процес представленого оброблення деталі для операції 010, можна зробити висновок, що найбільші сили різання будуть виникати при фрезеруванні, тому розрахунки будемо проводити з умови рівноваги заготовки при цій обробці.

Вихідні дані:

Оправка: 345-063Q22-13Н

Ріжуча пластина : 345R-1305M-PM-4330

Подача: $S_z = 0,623 \text{ мм}$;

Швидкість різання: $V = 328 \text{ м/хв}$;

Частота обертання шпинделя: $n = 1760 \text{ об/хв}$;

Тангенціальна складова сили різання: $P_z = 121,3 \text{ Н}$;

$$Q_1 = \frac{121,3 \cdot 2,5}{2 \cdot 0,2} = 758,125 \text{ Н}$$

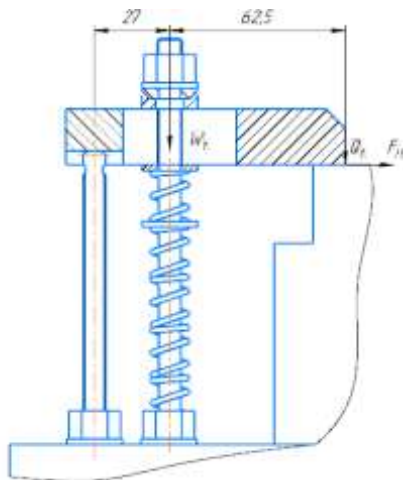


Рисунок 3.3.1 - Нормалізований гвинтовий прихват

Розрахуємо силу W , яку треба прикласти до затискача, щоб створити силу затиску Q з умови рівноваги:

$$W \cdot l \cdot \eta = Q \cdot (l_2) \quad (3.2)$$

$$W = \frac{Q \cdot (l_1 + l_2)}{l_1 \cdot \eta} = \frac{758,125 \cdot (27 + 62,5)}{27 \cdot 0,9} = 2792,27 \text{ H}$$

Розрахунок сили, яку необхідно прикласти до ключа для затиску заготовки

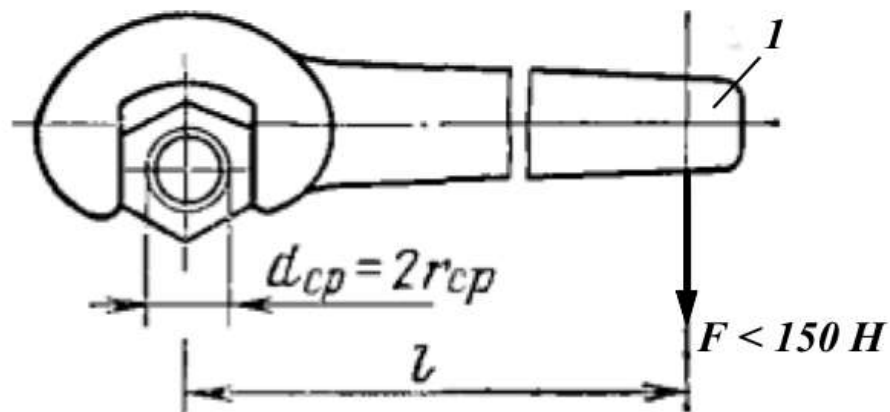


Рисунок 3.3.2 - Схема для розрахунку сили F , яка прикладається на рукоятці

Зусилля F_p , яке необхідно прикласти за формулою :

$$F_p = \frac{W(r_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + 0,33 \cdot f \cdot \frac{D_H^3 - D_B^3}{D_H^2 - D_B^2})}{l} \quad (3.3)$$

де d – номінальний зовнішній діаметр різьби, приймаємо $d = 12$ мм

r_{cp} – середній радіус різьби $r_{cp} = 0,45d = 5,4$ мм;

α – кут підйому гвинта різьби, $\alpha \approx 2^\circ 30'$;

$\varphi_{пр}$ – приведений кут тертя, $\varphi_{пр} \approx 6^\circ 30'$;

f – коефіцієнт тертя, $f = 0,16$;

D_H – зовнішній діаметр опорного торця гайки, $D_H = 18$ мм;

D_B – внутрішній діаметр опорного торця гайки, $D_B = d = 12$ мм

l – довжина ключа, $l = 200$ мм.

$$F_p = \frac{2792,27(5,4 \cdot \operatorname{tg}(9^\circ) + 0,33 \cdot 0,16 \cdot 22,8)}{200} = 28,75\text{Н}$$

Робітник не може застосувати до ключа сили більше, ніж 150 Н, щоб не перевищувати максимально допустиме зусилля.

Отже, цим розрахунком, підтверджено, що зусилля робітника, яке забезпечить надійне закріплення заготовки, знаходиться в межах норми.

4. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1. Розрахунок собівартості річного випуску

Заробітна плата основних робітників, $Z_{осн}$, грн., розраховується за формулою:

$$Z_{осн} = \frac{t_{шк} \cdot C_{год} \cdot N_{вип}}{60} \quad (4.1)$$

де $C_{год}$ – годинна тарифна ставка, грн./год;

$T_{шк}$ – штучно-калькуляційний час, хв;

$N_{вип}$ – річний випуск, шт.

$$Z_{осн} = \frac{73,4 \cdot 118,0 \cdot 1000}{60} = 144353,3 \text{ грн}$$

Розрахунок заробітної плати надається в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1. - Розрахунок заробітної плати

№ операції	Штучно калькуляційний час $T_{шк}$, хв	Розряд робітника	Годинна тарифна ставка $C_{год}$, грн./год.	Заробітна плата $Z_{осн}$. грн..
005	49,88	4	118,0	144,35
010	131,93	5	150,0	366,63
015	16,32	4	118,0	68,93
Разом	198,13	-	128,7	579,91
На річний обсяг виробництва				579910,0

Додаткова заробітна плата основних виробничих робітників, $Z_{дод}$, грн., розраховується за формулою:

$$Z_{дод} = Z_{осн} \cdot K_{дод}, \quad (4.2)$$

де $K_{\text{дод}}$ – коефіцієнт додаткової заробітної плати(0,5).

$$Z_{\text{дод}} = 579910,0 \cdot 0,5 = 289955,0$$

Витрати на єдиний соціальний внесок, ЄСВ, грн., визначається за формулою

$$\text{ЄСВ} = (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{дод}}) \cdot K_{\text{ЄСВ}}, \quad (4.3)$$

де $K_{\text{ЄСВ}}$ – коефіцієнт єдиного соціального внеску.

$$\text{ЄСВ} = (579910,0 + 289955,0) \cdot 0,22 = 191370,3$$

Вартість сировини і матеріалів, $V_{\text{м}}$, грн., розраховується за формулою

$$V_{\text{м}} = (m_{\text{заг}} \cdot C_{\text{мат}}) \cdot (1 + K_{\text{тр}}) \cdot N_{\text{вип}} \quad (4.4)$$

де $m_{\text{заг}}$ – маса заготовки, кг, л, м;

$C_{\text{мат}}$ – ціна одного кг. матеріалу заготовки, грн.;

$K_{\text{тр}}$ – коефіцієнт який враховує витрати на транспортування матеріалу від постачальника до виробника, складає 0,02.

$$V_{\text{м}} = (6,36 \cdot 29,0) \cdot (1 + 0,02) \cdot 1000 = 188128,8$$

Витрати на електроенергію на технологічні цілі, $V_{\text{ел}}$, грн., розраховується за формулою

$$V_{\text{ел}} = W_{\text{е}} \cdot F_{\text{еф}} \cdot C_{\text{ел}} \cdot K_{\text{зм}} \cdot K_{\text{з}} \quad (4.5)$$

де $W_{\text{е}}$ – загальна потужність верстатів, кВт-год.;

$F_{\text{еф}}$ – ефективний фонд часу роботи обладнання. год.;

$C_{\text{ен}}$ – ціна 1 кВт/год. електроенергії, грн. (5,29);

$K_{\text{зм}}$ - кількість змін;

$K_{\text{з}}$ – коефіцієнт завантаження обладнання.

$$V_{\text{ел}} = 33,4 \cdot 8760 \cdot 5,29 \cdot 3 \cdot 0,95 = 4411142,7$$

Амортизація основних фондів, A , грн., розраховується за формулою

$$A = \frac{H_a \cdot B_{el}}{100} \quad (4.6)$$

де H_a – річна норма амортизації, приймається 15%.

$$A = \frac{15 \cdot 4411142,7}{100} = 661671,4$$

Розрахунок собівартості річного випуску надається у таблиці 16.

Таблиця 4.2. -Собівартість річного випуску

Найменування статей	Сума, грн.
Сировина і матеріали	188 128,8
Паливо та енергія на технологічні цілі	4 411 142,7
Основна заробітна плата основних робітників	579 910,0
Додаткова заробітна плата виробників	289 955,0
Єдиний соціальний внесок	191 370,3
Амортизація	661 671,4
Разом	6 322 178,2
Собівартість однієї деталі	6322,18

ВИСНОВКИ

Виходячи з технічного завдання до дипломного проекту було розроблено технологію виготовлення деталі «Насадка бокова», а саме:

- Аналіз впливу режиму різання на силові характеристики при торцевому фрезеруванні
- аналіз службового призначення деталі
- визначення типу виробництва
- вибір заготованки
- розроблення технологічного маршруту обробки деталі
- розроблення технологічного процесу виготовлення деталі
- підбір обладнання, оснащення, різального та вимірювального інструментів
- розрахунок режимів різання та нормування операцій технологічного процесу

У конструкторському розділі було виконано проектування та розрахунок пристосування на одну з операцій та створено креслення даного пристосування. Виконано розрахунок на точність пристосування.

А також було розраховано собівартість річного випуску деталі

Було розроблено креслення заготовки, деталі, оснащення, розрахунково-технологічної карти та лист ЧПК, який включає керуючу програму та візуалізацію обробки деталі «Насадка бокова» на дві операції.

Крім цього, було розроблено «Маршрутна Карта», «Операційна Карта» на всі операції, «Карта ескізів».

Уся робота була виконана згідно ЄСКД та ЄСТД із застосуванням сучасних CAD/CAM-систем.

ЛІТЕРАТУРА

- 1 Петраков Ю.В. Лабораторно-комп'ютерний практикум з теорії різання: Навчальний посібник для студентів, що навчаються за напрямом “Інженерна механіка”. – Київ: Політехніка, 2006. –с.
- 2 ГОСТ1412-85. Чавун з пластичним графітом для виливок. Постанова від 01.01.87.;
- 3 Аналіз деталі на технологічність. URL: <https://studfile.net/preview/5170957/page:4/>
- 4 ДСТУ3022-95. Лиття в оболонкові ливарні форми. Загальні вимоги та норми. Від 28.02.1995. Розроб: Науково- виробниче об'єднання спеціальних методів лиття.
- 5 ISO8062:1994. Castings - System of dimensional tolerances and machining allowances;
- 6 HAAS UMC-750. URL:<https://www.haascnc.com/fr/machines/vertical-mills/universal-machine/models/umc-750.html>
- 7 KITAMURA MYCENTER HX300IG/400. URL:<https://abplanalp.ua/ru/stanok-frezernyj-gorizontarno-frezernyj-kitamura-mycenter-hx300ig400>
- 8 Справочник технолога-машиностроителя в 2-х томах Т1. Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова – 4-е изд. переработанное и дополненное – М.: Машиностроение. 1986г. – 656 с.
- 9 Справочник технолога-машиностроителя В 2-х томах Т2. Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова – 4-е изд. переработанное и дополненное – М.: Машиностроение. 1986г. – 496 с.
- 10 Калькулятор інструменту та режимів різання Sandvik Coromant. URL: <http://surl.li/hdldg>
- 11 Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для

технического нормирования станочных работ. Серийное производство. Издание второе. 1974.

12 Біланенко, В. Г. Проектування технологічних процесів. Частина 1. Оброблення деталей-тіл обертання. [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка», спеціалізацій «Технології машинобудування» та «Технології виготовлення літальних апаратів» / В. Г. Біланенко, В. П. Приходько, О. О. Мельник ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 12,8 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 232 с. Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/27740>

13 Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Проектування та виробництво заготовок» для студентів спеціальності 131. «Прикладна механіка». Проектування та виробництво литих заготовок. (Частина I). Укладачі: Добрянський С.С., к.т.н., доц., Малафеев Ю.М., к.т.н., доц. / НТУУ «КПІ», 2017. - 42ст.

14 Приходько В.П. РОЗРОБЛЕННЯ ТА РОЗРАХУНОК КОНСТРУКЦІЙ ВЕРСТАТНИХ ПРИСТРОЇВ. Методичні матеріали до виконання курсового і дипломного проектів [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» – Електронні текстові дані (1 файл: pdf.- 4 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 89 с. Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/47783>

15. Приходько В.П. Проектування оснащення верстатів, роботів і машин [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів, які навчаються за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» спеціалізацією «Комп'ютерне проектування верстатів, роботів і машин» / НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» ; уклад. В. П. Приходько, О. В. Литвин. – Електронні текстові дані (1 файл: 22,0 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2018. – 211 с. . – Доступ : <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/22775> Каф.КВМ і ТМ

16. "Технологічна оснастка. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт"- Медведєв В.В., Павліченко П.О. - Київ: НТУУ "КПІ", 2020.

17. Конспект лекцій з дисципліни «Технологічна Оснастка - 1» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка», спеціалізацій «Технології машинобудування» / В.В. Медведєв ; КПІ ім.І.Сікорського. Київ, 2020 – 68 с.

ДОДАТКИ

Додаток А - показники осцилографа при зміні ширини фрезерування

- Дослід 2 – $B = 60$ мм;

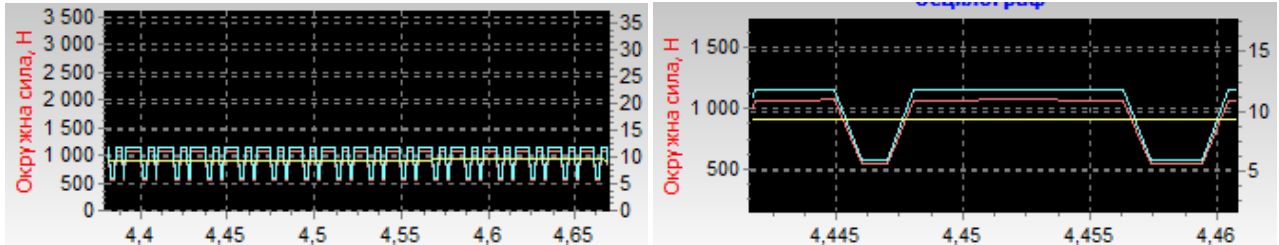


Рисунок А.1 – Дані осцилографа при $B = 60$ мм

- Дослід 3 – $B = 65$ мм;

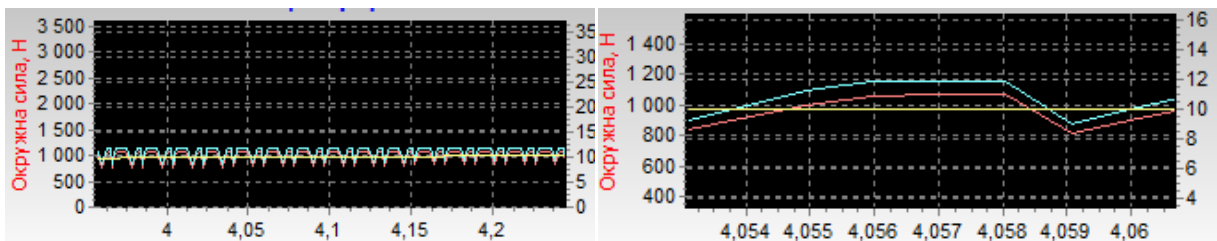


Рисунок А.2 – Дані осцилографа при $B = 65$ мм

- Дослід 4 – $B = 70$ мм;

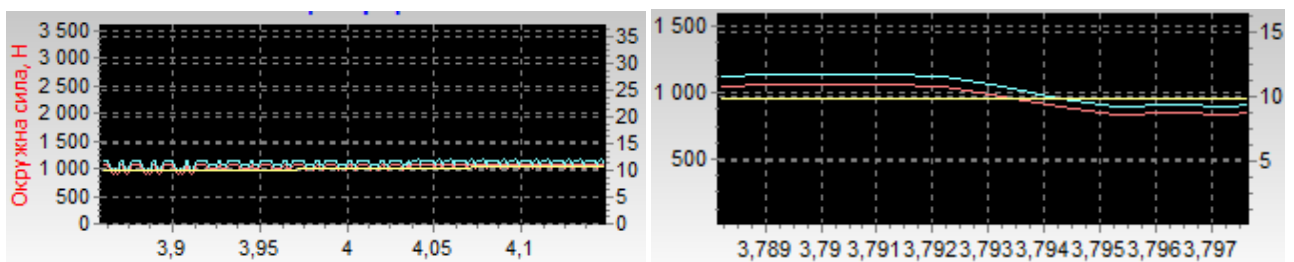


Рисунок А.3 – Дані осцилографа при $B = 70$ мм

- Дослід 5 – $B = 75$ мм;

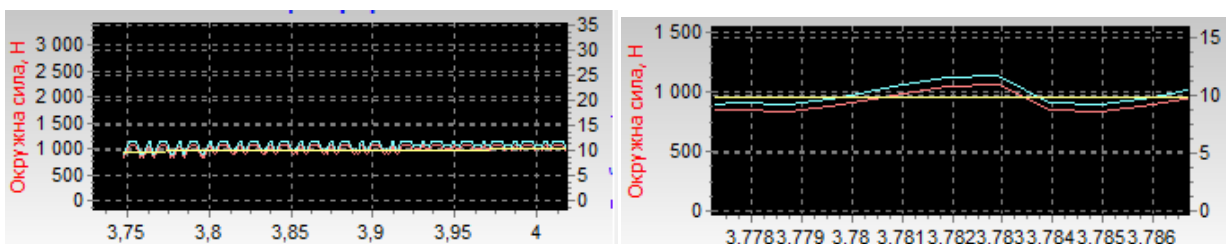


Рисунок А.4 – Дані осцилографа при $V = 75$ мм

- Дослід 6 – $V = 80$ мм;

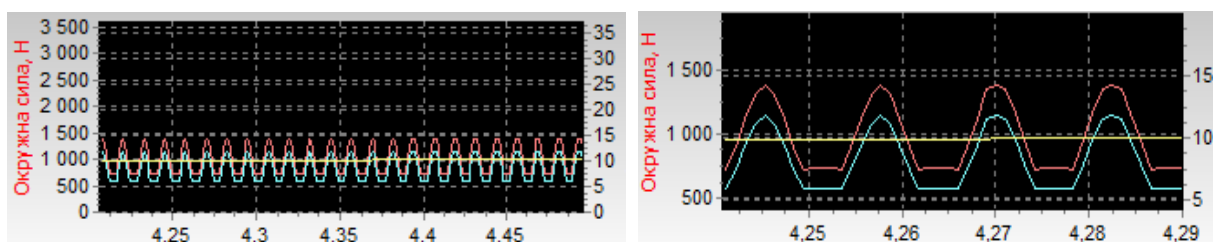


Рисунок А.5– Дані осцилографа при $V = 80$ мм

- Дослід 7 – $V = 85$ мм;

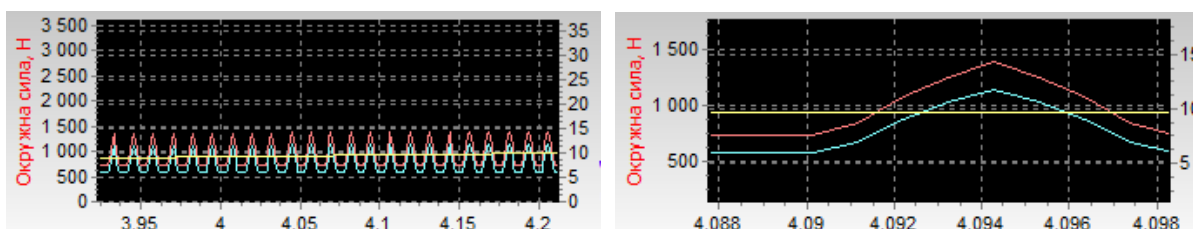


Рисунок А.6 – Дані осцилографа при $V = 85$ мм

- Дослід 8 – $V = 90$ мм;

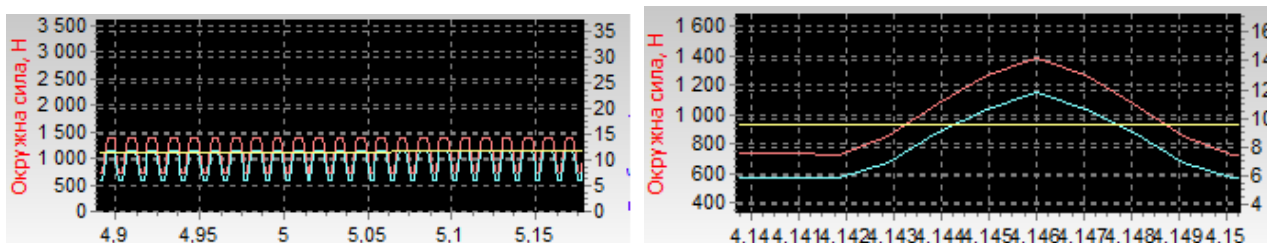


Рисунок А.7 – Дані осцилографа при $V = 90$ мм

- Дослід 9 – $V = 95$ мм;

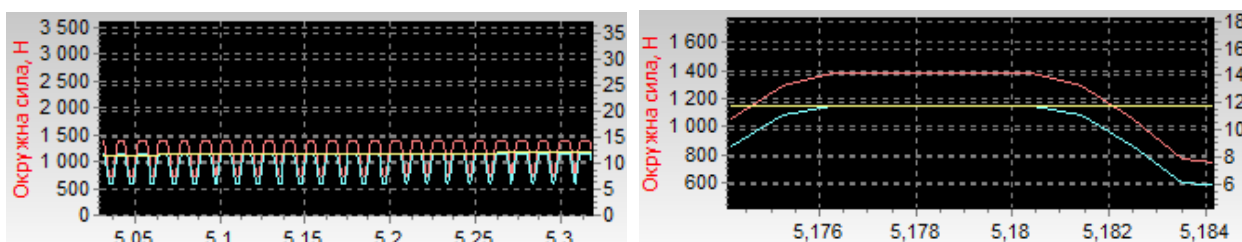


Рисунок А.8 – Дані осцилографа при $V = 95$ мм

- Дослід 10 – $V = 100$ мм;

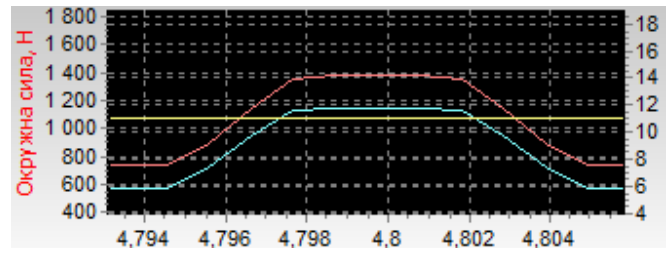
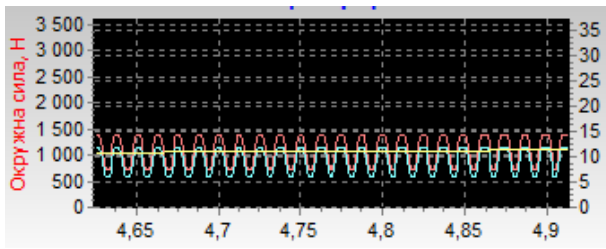


Рисунок А.9 – Дані осцилографа при $V = 100$ мм

- Дослід 11 – $V = 105$ мм;

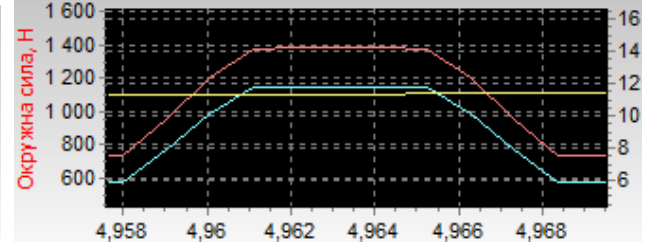
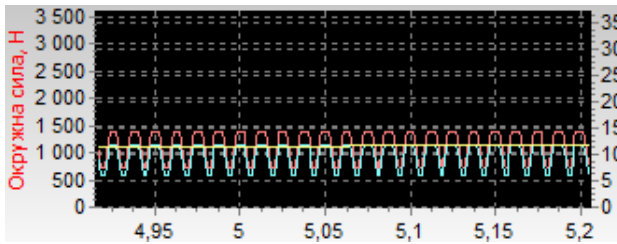


Рисунок А.10 – Дані осцилографа при $V = 105$ мм

- Дослід 12 – $V = 110$ мм;

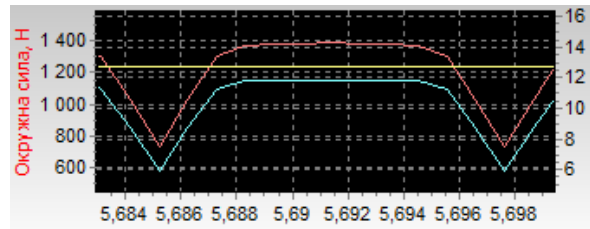
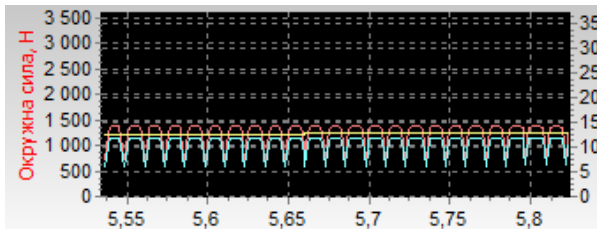


Рисунок А.11 – Дані осцилографа при $V = 110$ мм

- Дослід 13 – $V = 115$ мм;

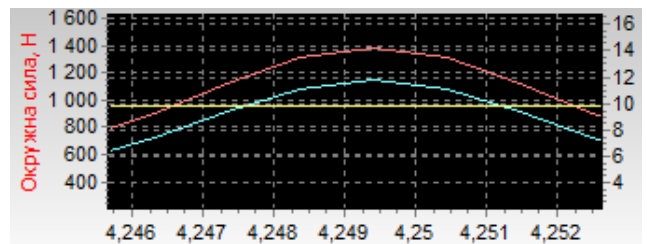
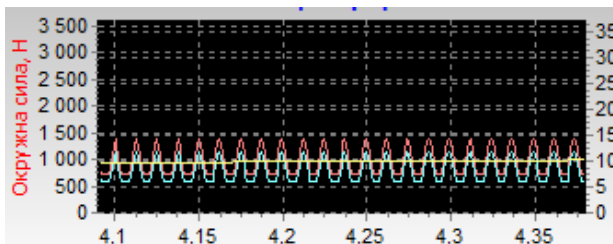


Рисунок А.12 – Дані осцилографа при $V = 115$ мм

Додаток Б - показники осцилографа при зміні швидкості різання

- Дослід 2 – $V = 120$ м/хв;

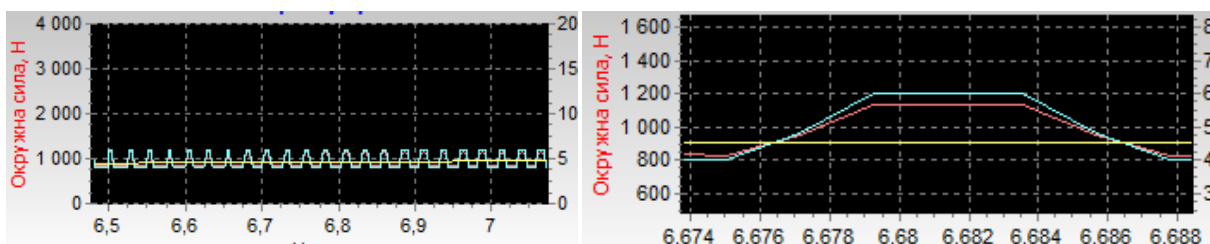


Рисунок Б.1 – Дані осцилографа при $V = 120$ м/хв

- Дослід 3 – $V = 140$ м/хв;

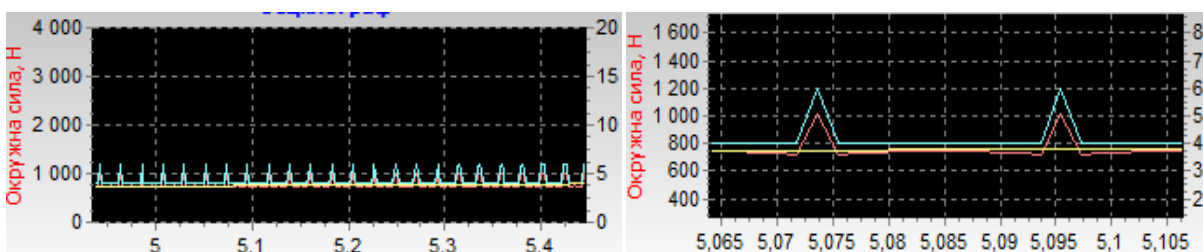


Рисунок Б.2 – Дані осцилографа при $V = 140$ м/хв

- Дослід 4 – $V = 160$ м/хв;

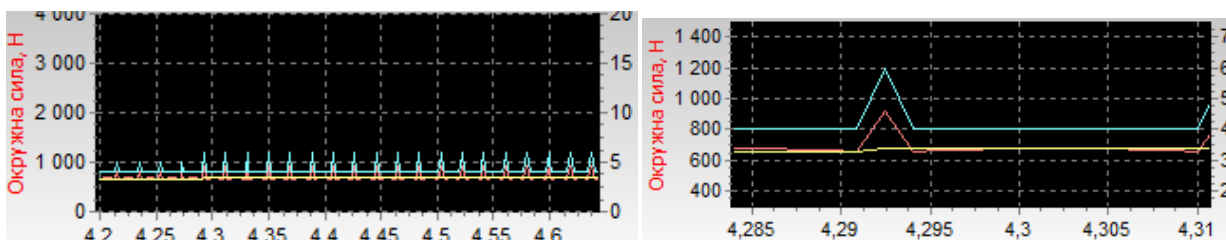


Рисунок Б.3 – Дані осцилографа при $V = 160$ м/хв

- Дослід 5 – $V = 180$ м/хв;

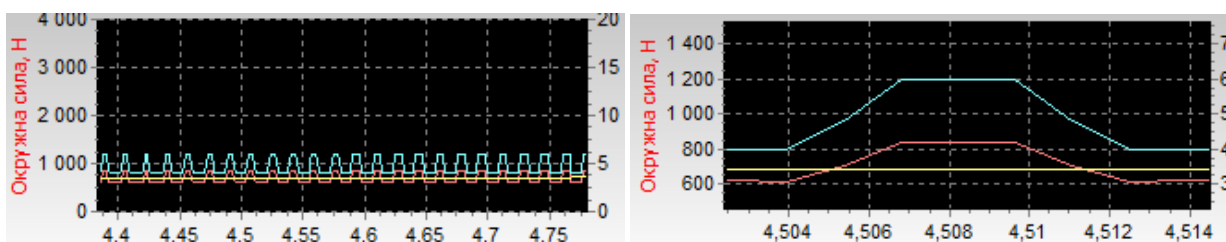


Рисунок Б.4 – Дані осцилографа при $V = 180$ м/хв

- Дослід 6 – $V = 200$ м/хв;

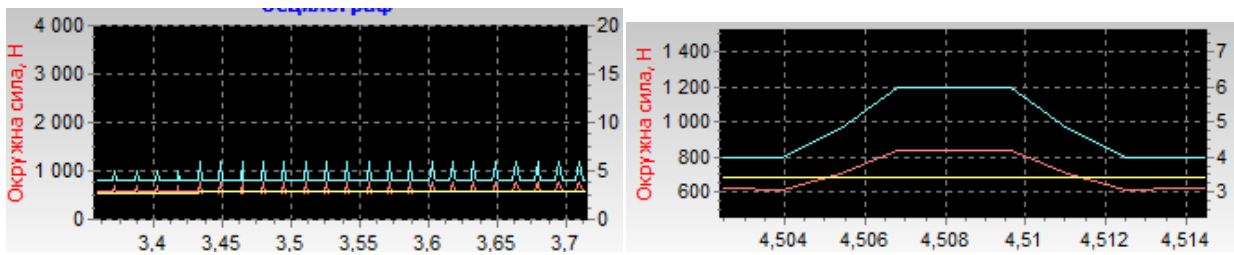


Рисунок Б.5 – Дані осцилографа при $V = 200$ м/хв

- Дослід 7 – $V = 220$ м/хв;

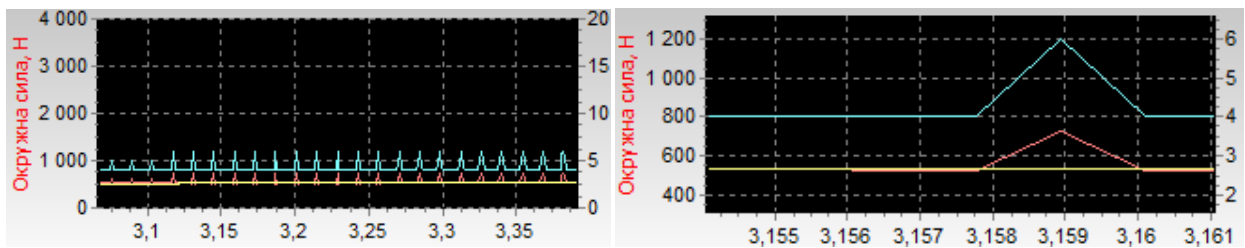


Рисунок Б.6 – Дані осцилографа при $V = 220$ м/хв.

- Дослід 8 – $V = 220$ м/хв;

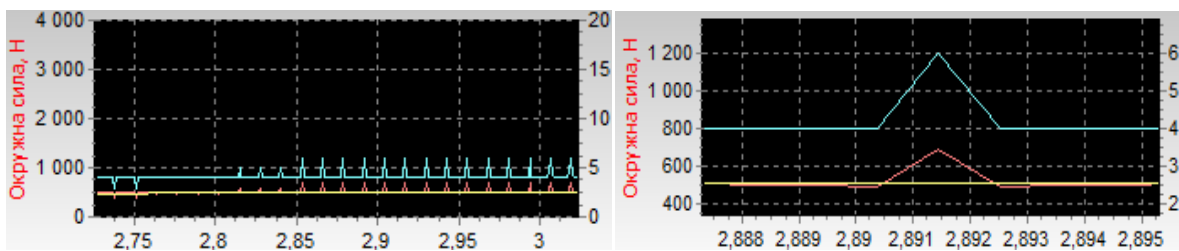


Рисунок Б.7 – Дані осцилографа при $V = 220$ м/хв

- Дослід 8 – $V = 240$ м/хв;

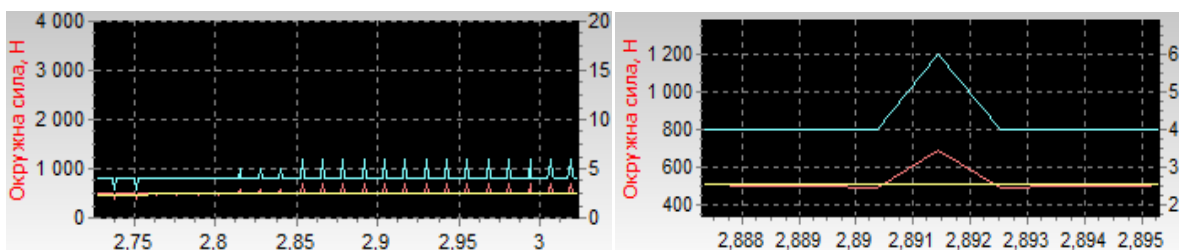


Рисунок Б.8 – Дані осцилографа при $V = 240$ м/хв

Додаток В - показники осцилографа при зміні хвилинної подачі

- Дослід 2 – $S = 150$ мм/хв;

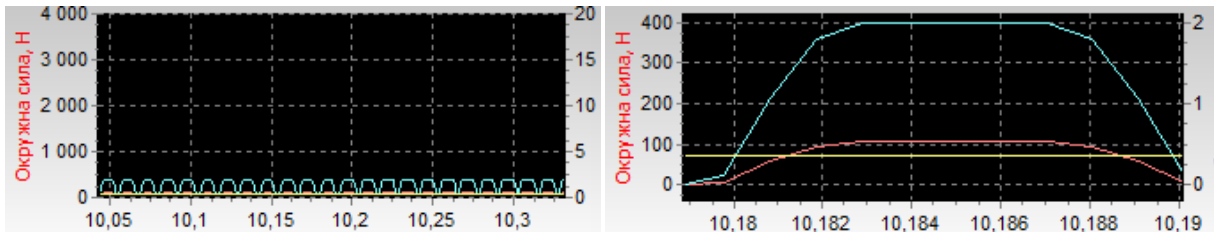


Рисунок В.1 – Дані осцилографа при $S = 150$ м/хв

- Дослід 3 – $S = 200$ мм/хв;

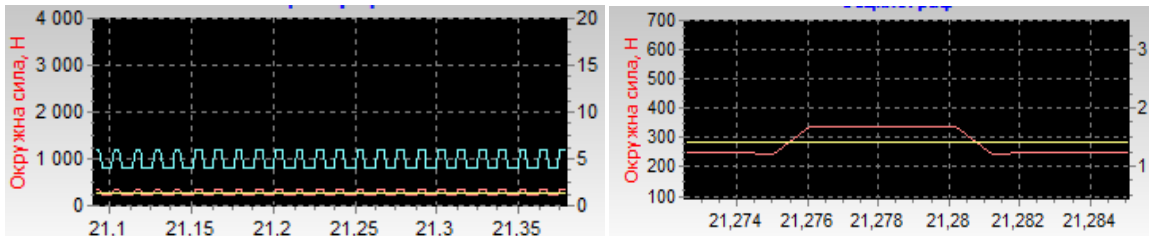


Рисунок В.2 – Дані осцилографа при $S = 200$ м/хв

- Дослід 4 – $S = 250$ мм/хв;

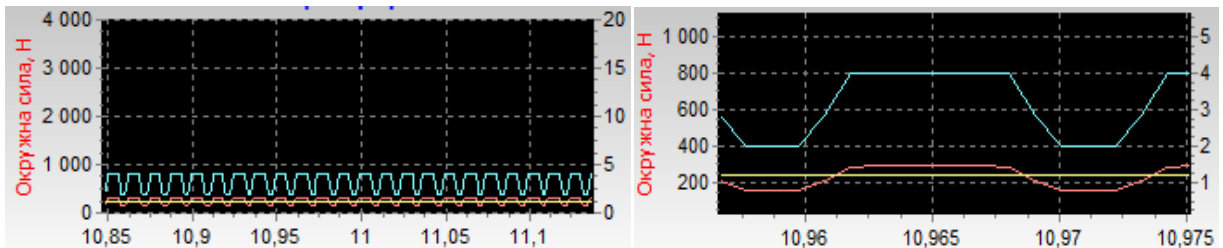


Рисунок В.3 – Дані осцилографа при $S = 250$ м/хв

- Дослід 5 – $S = 300$ мм/хв;

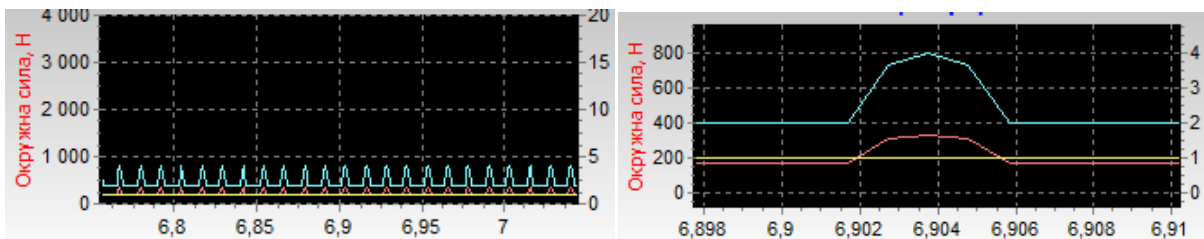


Рисунок В.4 – Дані осцилографа при $S = 300$ м/хв

- Дослід 6 – $S = 350$ мм/хв;

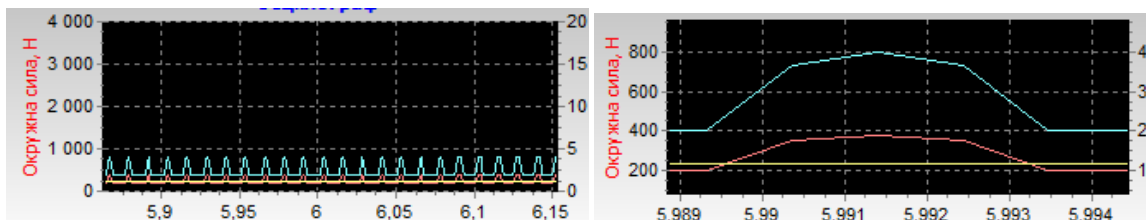


Рисунок В.5 – Дані осцилографа при $S = 350$ м/хв

- Дослід 7 – $S = 400$ мм/хв;

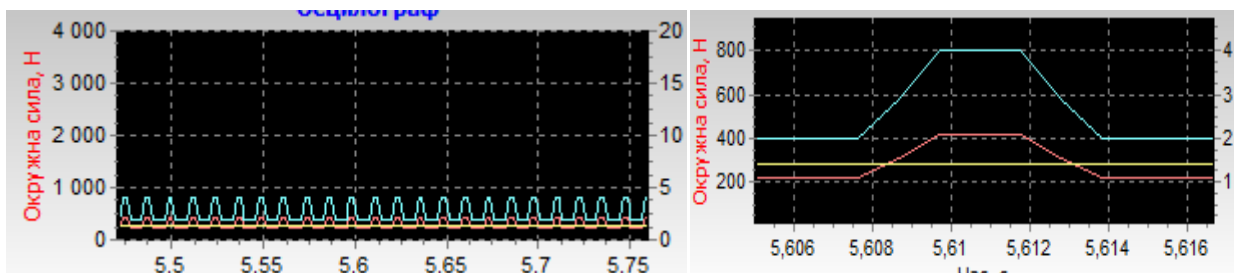


Рисунок В.6 – Дані осцилографа при $S = 400$ м/хв

- Дослід 8 – $S = 450$ мм/хв;

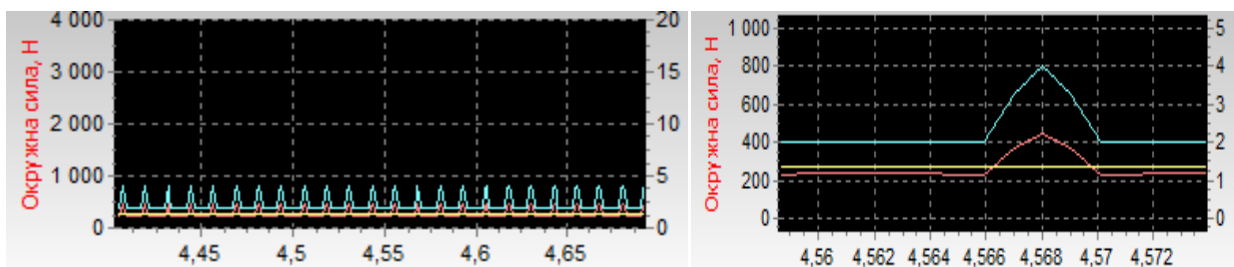


Рисунок В.7 – Дані осцилографа при $S = 450$ м/хв

- Дослід 9 – $S = 500$ мм/хв;

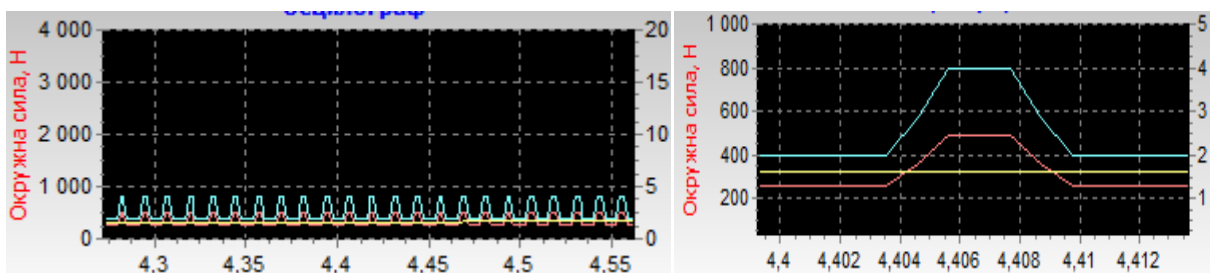


Рисунок В.8 – Дані осцилографа при $S = 500$ м/хв