

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

РЕЦЕНЗІЯ
на дипломний проект (роботу)

Розробка конструкторської та технологічної виготовлення спец. фрез
(вказати тему дипломного проекту (роботи))
оптимальних параметрів при виготовленні фрез
Студент (ка) Бондаренко Владислав Кирілович

Спеціальність 131 «Прикладна механіка»
(код, найменування спеціальності)

Обсяг проекту роботи

Кількість аркушів креслень 8

Кількість сторінок пояснювальної записки 444

а) короткий зміст проекту (роботи) та прийнятих рішень

Технологічна схема, конструкторська схема,
обчислення, розрахунок сил на момент
оптимальних фрез.

б) висновок про відповідність проекту (роботи) завданню

Робота відповідає завданню

в) характеристика виконання кожного розділу дипломного проекту (роботи), рівень відповідності останнім досягненням науки та техніки і передовим методам роботи

Розроблена конструкторська фреза з урахуванням
вимог функціоналу деталі

г) негативні особливості виконання проекту (роботи) не виконано

д) позитивні особливості розробка фрез

е) оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки до проекту (роботи)

Графічна схема та пояснювальна записка виконані

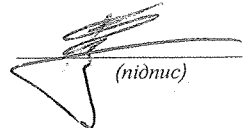
у відповідності до діючих стандартів

є) відгук про проект (роботу) загалом рада виконала в повному обсязі

ж) інші зауваження було в даному документі надано два типи зауважень
Зроблену рекомендацію щодо не раціональних
сценаріїв зупинили

з) оцінка проекту (роботи) в цілому дієвий проект
створено згідно М-118 М. Бондаренко Володимир
Андрійовича рекомендує оцінку "вдарило"

Рецензію склав старш. викл. Вишнєволюк Г. В.
(посада, місце роботи, прізвище, ім'я, по батькові)


(підпис)

« 10 » 12 20 19 р.

[9:11:23] Go Найдено 1% совпадений по адресу: <https://nau.edu.ua/ua/menu/quality/ects/informatsiya-po-programah/bakalavr-aki/aerokosmichniy-fakultet-2/obladnannya-povitryanij-suden.html>

[9:11:24] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №277 [3] (200041 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[9:11:25] Go Найдено 1% совпадений по адресу: <http://www.zntu.edu.ua/cals-tehnologiyi>

[9:11:27] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №282 [3] (200025 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[9:11:56] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №272 [3] (200033 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[9:12:17] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №287 [3] (200035 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[9:12:59] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №292 [3] (200032 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[9:14:58] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №297 [3] (200031 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[9:15:48] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №302 [3] (200031 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[9:19:13] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №307 [3] (200012 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[9:20:09] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №312 [3] (200029 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[9:20:32] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №317 [3] (200045 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[9:20:48] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №322 [3] (200029 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[9:21:01] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №327 [3] (200029 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[9:21:11] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №332 [3] (200030 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[9:21:23] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №337 [3] (200030 миллисек.): Yandex (Время ожидания операций истекло)

[9:21:31] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №342 [3] (200014 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[9:21:43] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №347 [3] (200014 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[9:21:51] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №352 [3] (200015 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[9:21:58] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №357 [3] (200015 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[9:22:17] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №362 [3] (200030 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

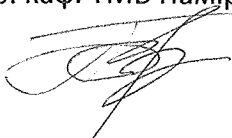
[9:22:18] Тип проверки: *Стандартная*

[9:22:18] **ВНИМАНИЕ! Уникальность может быть определена некорректно! (Обнаружено ошибок: 24%)**

[9:22:18] **Уникальность текста 81%** © (Проигнорировано подстановок: 0%)

Перевірку на плагіат програмою AntiPlagiarism.NET, магістерської роботи Бондаренко В.А., провів зав. навч. лаб. каф. ТМБ Паміров В.М.

04.12.2019р.



Національний університет "Запорізька політехніка"

ПОДАННЯ ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ ЩОДО ЗАХИСТУ ДИПЛОМНОГО(І) ПРОЕКТУ (РОБОТИ)

Направляється студент Бондаренко В.А. до захисту дипломного проекту (роботи)
(прізвище та ініціали)
за напрямом підготовки 131 Прикладна механіка
спеціальністю 131-1 технології машинобудування
(шифр і назва спеціальності)

на тему: Розробка конструкції та технологія виготовлення спеціальної фрези для дослідження динамічних процесів при кінцевому фрезеруванні

(назва теми)

Дипломний проект (робота) і рецензія додаються.

Директор інституту, декан факультету

(підпис)

Довідка про успішність

Бондаренко В.А.

(прізвище та ініціали студента)

за період навчання в інституті, на факультеті, у відділенні

Машинобудівний

з 20 18 року до 20 19 року повністю

виконав навчальний план за напрямом підготовки, спеціальністю з таким розподілом оцінок за:

національною шкалою: відмінно 91,67 %, добре 0 %, задовільно 0 %;

100-бальною шкалою

шкалою ECTS: A 91,67 %; B 0 %; C 0 %; D 0 %; E 0 %.

Секретар інституту, факультету (відділення)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Висновок керівника дипломного проекту (роботи)

Студент (ка) Бондаренко В.А.

Виконав роботу з проектування спеціальної фрези для дослідження процесу фрезерування. Для однієї з деталей фрези розроблено технологію виготовлення, обґрунтовано вибір об'єкту, складено конструкцію роботи та контрольне прикладання. Виконав розрахунок деталей, складено управлінську програму. В цілому робота досліджується "відмінно"

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

" 10 "

12

20 19 року

Висновок кафедри про дипломний проект (роботу)

Дипломний проект (робота) розглянуто (а): Студент (ка) Бондаренко В.А.

(прізвище та ініціали)

допускається до захисту даного (ї) проекту (роботи) в екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри

(підпис)

(назва)

" 10 "

12

(підпис)

20 19 року

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Мамкобєдівний
(повне найменування інституту, факультету)
Технології машинобудування
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

Другий (магистрський)
(ступінь вищої освіти)

на тему Розробка конструкції та технологія виготовлення спеціальної фрезки для дослідницьких дослідницьких процесів при виготовленні фрезерування

Виконав: студент(ка) II курсу, групи М-12-м

Спеціальності 13.03.01 Прикладна механіка
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Технології машинобудування
Бондаренко В.А.
(прізвище та ініціали)

Керівник Леда С.І.
(прізвище та ініціали)

Рецензент Кондратюк Е.В.
(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет машинобудівний
Кафедра Технології машинобудування
Ступінь вищої освіти другий (магістерський)
Спеціальність 131 Прикладна механіка
(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) Технології машинобудування
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТМБ
Деда С.І.
« » 20 / 23 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Бандаренко Владислав Андрикович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Робота конструктора та технолога виконання спеціальної фрези для досягнення динамічних процесів при виготовленні фрезувальних керівник проекту (роботи) Деда Сергій Іванович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «26» // 20 / 23 року №416

2. Строк подання студентом проекту (роботи) _____

3. Вихідні дані до проекту (роботи) середня робота «Кривава»
профана виготовлення

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Технологічна технологія виготовлення частини автоматизованого, який проектується, спеціального озброєння озброєної експериментальної конструкції, обрана країна

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
креслення деталі «Кривава», креслення заготовки до машини, машини автоматизованої деталі, робота «Кривава», виготовлення заготовки розрахункової частини, автоматизованого спеціального

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Технічний	Дерев'я С.І.	02.09.19	04.12.19
Конструктивний	Дерев'я С.І.	02.09.19	04.12.19
Організаційний	Дерев'я С.І.	02.09.19	04.12.19
Спеціалізований	Дерев'я С.І.	02.09.19	04.12.19
Розрахунковий	Дерев'я С.І.	02.09.19	04.12.19
Морально-правовий	Пичаєва Г.П.	12.12.19	
Охорона праці	Шмирик В.Т. к.т.н. доцент	01.10.19	01.12.19

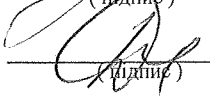
7. Дата видачі завдання « 02 » 09 2019 року.

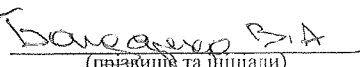
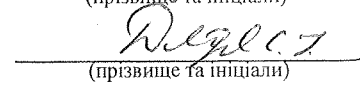
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Технічний розрахунок	08.10.2019	
2	Конструктивний розрахунок	22.10.2019	
3	Організаційний	05.11.2019	
4	Розрахунковий на міцність	10.11.2019	
5	Спеціалізований	25.11.2019	
6	Детальний аналіз економічних показників	29.11.2019	
7	Охорона праці	01.12.2019	

Студент(ка)

Керівник проекту (роботи)


 (підпис)

 (підпис)


 (прізвище та ініціали)

 (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 95 стор., 21 таблиць, 29 рисунків, 15 джерел літератури.

Метою виконання роботи є збір та узагальнення інформації для виконання і захисту магістерської роботи зі спеціалізації «Технологія машинобудування» і вдосконалення навичок у складанні технологічних процесів на виготовлення деталі.

В даній роботі відповідно до вихідних даних:

- спроектовано спеціальну фрезу з регульованими зубцями.
- спроектовано маршрут обробки поверхонь і маршрут виготовлення деталі «Кришка»;
- розроблено операції механічної обробки деталі;
- проведено нормування технологічного процесу.

ДЕТАЛЬ, ФРЕЗА, ЗОГотовка, ВЕРСТАТ, НАЛАГОДЖЕННЯ, ОБЛАДНАННЯ, ДОПУСК, ПРИСТОСУВАННЯ, ЧАС, ЯКІСТЬ, ДОПУСК.

ЗМІСТ

Перелік умовних скорочень

Вступ	
1 Технологічна частина	
1.1 Опис службового призначення деталі «Кришка»	
1.2 Вибір типу виробництва і форми організації робіт	
1.3 Вибір заготовки і її економічне обґрунтування	
1.4 Проектування маршруту обробки поверхонь	
1.4.1 Аналіз технологічності конструкції деталі	
1.4.2 Визначення показників точності і якості основних поверхонь деталі ..	
1.4.3 Проектування маршрута виготовлення деталі	
1.5 Компоновка операцій. Вибір технологічного обладнання	
1.6 Призначення припусків та розрахунок технологічних розмірів	
1.7 Проектування операцій технологічного процесу	
1.8 Нормування операцій технологічного процесу	
1.9 Розробка технологічних операцій на високопродуктивних верстатах з ЧПК	
1.9.1 Розробка токарної операції	
1.9.2 Розробка свердлильної операції	
1.9.3 Розробка фрезерної операції	
2. Конструкторська частина	
2.1 Конструювання робочого пристосування	
2.2 Конструювання контрольного пристосування	
3 Автоматизація	
3.1 Основні характеристики та особливості видів стружки	
3.2 Завершальна операція переробки стружки є брикетування	
3.3 Брикетувальні преси серії МР	
4 Розрахунок деталі на міцність	
4.1 Визначення напружено-деформованного стану деталі	
4.2 Розробка свердлильної операції	
4.3 Розробка фрезерної операції	
5 Спецзавдання	
5.1 Опис конструкції фрези з регулюванням радіального биття різальних зубців	
5.2 Розробка пристосування для настройки окружного кроку зубців фрези та радіального биття ріжучих кромek	
6 Оцінка очікуваної економічної ефективності розробки або заходів	

7 Охорона праці.	
7.1 Аналіз потенційних небезпек.	
7.2 Заходи по забезпеченню безпеки.	
7.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.	
7.4 Заходи з пожежної безпеки.	
7.5 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях.	

Висновок

Перелік посилань

Додаток А Специфікація Робоче пристосування

Додаток А Специфікація Контрольне пристосування

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ

Слово/словосполучення	Скорочення
В	
ватт	Вт
Г	
градус	°
градус	град.
градус Цельсія	°С
Д	
двигун	Дв
державний стандарт України	ДСТУ
децибел	дБ
З	
завідуючий	зав.
К	
калорія	кал
кафедра	каф.
кілогерц	кГц
кілоньютон	кН
кілограм	кг
кілограм-сила	кгс
М	
мегапаскаль	МПа
метр	м
метрів за хвилину	м/хв
метрів за секунду	м/с
мікромметр	мкм
міліметр	мм
міліметрів за хвилину	мм/хв
Н	
номер	№
ньютон	Н
ньютон на метр	Н/м
О	
обертів за хвилину	об./хв.

П

пояснювальна записка

процент

С

сантиметр

сторінка

ПЗ

%

см

с.

ВСТУП

В авіадвигунобудуванні та інших галузях промисловості широко використовують тонкостінні елементи деталей (ТЕД), які часто отримують шляхом кінцевого фрезерування на верстатах з числовим програмним управлінням (ЧПУ). Особливістю фрезерування ТЕД є поява під час обробки коливань (вібрацій), що погіршують її якість і точність, а також призводять до прискореного зносу інструменту і шпиндельного вузла. Крім цього доведено, що основною причиною збудження автоколивань є обробка по вібраційному сліду, залишеному на поверхні різання від попереднього проходу інструмента.

Факторами, які впливають на появу вібрацій в процесі фрезерування, також є крок різальних зубців фрези та кут нахилу різальної кромки. Змінні сили, які призводять до виникнення коливань, ефективно гасяться за рахунок нерівномірного кроку зубів фрези. Методами забезпечення вібростійкості інструменту при фрезеруванні є застосування змінних кроку різальних зубів та куту нахилу різальних кромок.

Для проведення подальших досліджень необхідно розробити спеціальний інструмент, який міг би моделювати різні умови обробки. Так при обробці фрезами з нерівномірним окружним кроком зубців немає єдиних рекомендацій по призначенню режимів різання. Тому в дослідницьких цілях було розроблено фрезу, яка дозволяє регулювати окружний крок та радіальне биття зубців. Ця задача є актуальною, тому що саме використання даної фрези дасть змогу вивчити вплив нерівномірності окружного кроку зубців різального інструменту на коливання в процесі різання.

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис службового призначення деталі «Кришка»

В даній магістерській роботі необхідно розробити проект технологічного процесу обробки деталі «Кришка» - однієї із деталей, з яких складається конструкція спеціальної фрези з регулюванням радіального биття різальних зубців. Ескіз тривимірної моделі деталі представлено на рисунку 1.1.

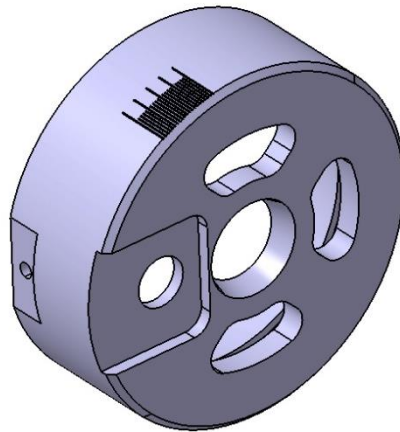


Рисунок 1.1 – Тривимірна модель деталі «Кришка»

Дана деталь призначена для закріплення на ній нерухомого та трьох рухомих корпусів, в які встановлюються різучі елементи фрези. Рухомі частини мають можливість обертатися навколо осі фрези для настройки нерівномірного окружного кроку зубців при дослідженнях автоколивань під час фрезерування тонкостінних деталей. Відомо, що одним з методів забезпечення вібростійкості інструменту при фрезеруванні є застосування змінних кроку різальних зубців та куту нахилу різальних кромek. [1] Дослідження авторів дають можливість стверджувати, що змінні сили, які призводять до виникнення коливань, ефективно гасяться за рахунок саме нерівномірного кроку зубів фрези.

Кришка має довжину 20 мм, зовнішній діаметр 56 мм, центральний отвір 13мм з конусом 30°. На торцевій поверхні кришки є отвір діаметром 8 мм і три спеціальні пази для кріплення рухомих елементів фрези. Також на зовнішній циліндричній поверхні нанесено риски для настройки регульованих елементів.

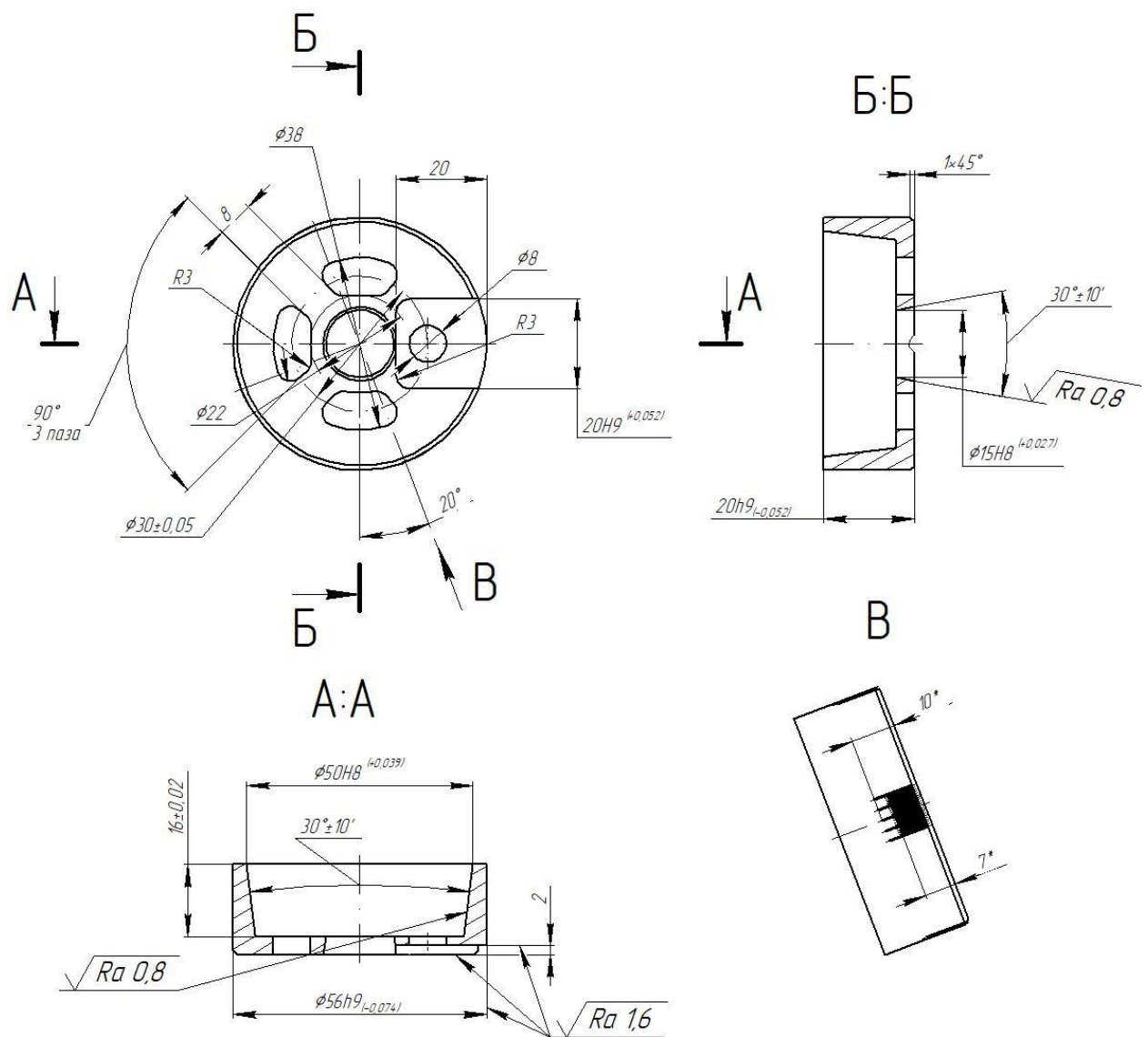


Рисунок 1.2 – Ескіз деталі «Кришка»

Матеріал деталі – Сталь 40Х. Сталь конструкційна легована. Цей матеріал широко застосовується в промисловій сфері. Використовується для виготовлення осей і стрижнів для передачі крутного моменту, вал-шестерень, поршнів, трубопровідної арматури, кілець, які обертаються деталей, інструментів для клепальних робіт, вимірювальних пристроїв, болтів, деталей для апаратів з обертовими барабанами, деталей конічної форми і інших елементів. Крім того сталь марки 40Х використовують якщо потрібно зробити покращувані вироби, що мають підвищену міцність.

Механічні властивості :

$\sigma_B = 657$ МПа - Межа короточасної міцності;

$\sigma_T = 785$ МПа – Межа пропорційності (межа плинності для залишкової деформації)

$\delta_s = 9\%$ - Відносне подовження при розриві,

KCU = 590 кДж/м² - ударна в'язкість,

НВ 172...202 МПа - Твердість по Брінелю.

Термообробка - Гартування 880°C, мастило, відпуск 540°C, вода

Замінники – 45Х, 38ХА, 40ХН, 40ХС, 40ХФ, 40ХР.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад матеріалу Сталь 40Х, у відсотках.

C	Si	Mn	Ni
0,36-0,44	0,17-0,37	0,5-0,8	до 0,3
S	P	Cr	Cu
до 0,035	до 0,035	0,8-1,1	до 0,3

Таблиця 1.2 – Технологічні властивості Сталі 40Х

Температура кування	Початку 1250, кінця 800. Перетини до 350 мм охолоджуються на повітрі.
Зварюваність	Важкозварювальна. Способи зварювання: РДС, ЕШС. Необхідні підігрів і подальша термообробка. КТС - необхідна подальша термообробка.
Оброблюваність різанням	У гарячекатаному стані при НВ 163-168, $\sigma_B = 610$ МПа $K_{VTB.CПЛ.} = 0.20$, $K_{VB.CT.} = 0.95$.
Схильність до відпускнуї здатності	Схильна

1.2 Вибір типу виробництва і форми організації робіт.

Залежно від розміру виробничої програми, характеру продукції, а також технічних і економічних умов здійснення виробничого процесу всі різноманітні виробництва умовно діляться на три основних види: одиничне, серійне і масове. У кожного з цих видів виробничий і технологічний процеси мають свої характерні особливості, і кожному з них властива певна форма організації роботи.

На даному етапі проектування складно правильно визначити вид виробництва і тому проведемо попереднє визначення типу виробництва за виробничою програмою і масі деталі.

Попередньо тип виробництва вибираємо по таблиці 1.3, знаючи масу деталі та річну програму випуску.

З огляду на масу деталі $m = 0,133$ кг і річну програму випуску $N = 2$ штуки, тип виробництва можна вважати одиничним.

Форми організації технологічних процесів згідно з ГОСТ 14312-74 залежить від встановленого порядку виконання операцій ТП, розташування технологічного обладнання, кількості виробів.

Таблиця 1.3. - Вибір типу виробництва.

Тип виробництва	Кількість оброблюваних деталей в рік		
	важкі, $m > 100$ кг	середні, $m =$ 10..100	легкі, $m < 10$ кг
одиничне	до 5	до 10	до 100
дрібносерійне	5 ... 10	10 ... 200	100 ... 500
серійне	100 ... 300	200 ... 500	500 ... 5000
багатосерійне	300 ... 1000	500 ... 5000	5000 ... 50000
масове	понад 1000	понад 5000	понад 50000

1.3 Вибір заготовки і його економічне обґрунтування.

Початкові дані:

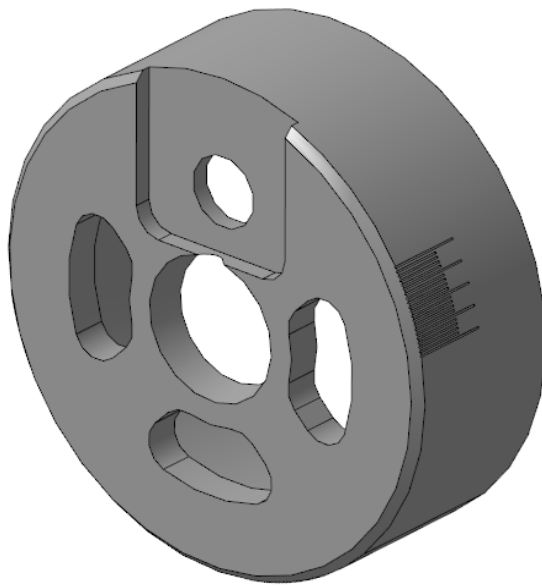
Матеріал деталі: Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

Розміри деталі: $D = 56$ мм; $L = 20$ мм.

Розглянемо два методи отримання заготовки:

- методом прокату;
- методом штампування на ГKM.

Масу деталі розраховуємо за допомогою вбудованого модуля вимірів системи Компас 3-D. Для цього було побудовано тривимірну модель деталі, представлену на рисунку 1.3.



Информация	
МЦХ модели	
Деталь	
Заданные параметры	
Материал тел	Сталь 40Х ГОСТ 4543-71
Плотность материала тел	Ro =0.007820 г/мм3
Расчетные параметры(тела и компоненты)	
Масса	M = 133.867903 г
Площадь	S = 10137.819497 мм2
Объем	V = 17118.657668 мм3
Центр масс	Xc = 0.328600 мм
	Yc = 0.330539 мм
	Zc = 7.752153 мм

Рисунок 1.3 – Розрахунок маси деталі

Результат розрахунку маси деталі:

$$m=0,133 \text{ кг.}$$

Визначення собівартості однієї заготовки,отриманої з прокату.

Діаметр прокату визначаємо по найбільшому діаметру деталі– Ø56 мм.

Використовуючи прокат зі сталі гарячекатаної круглої ГОСТ 2590-71 приймаємо діаметр– Ø60 мм, що і буде становити діаметр заготовки

З огляду на довжину кришки $L_{q,max} = 20\text{мм}$ визначаємо довжину заготовки. Обрізку прокату будемо проводити на абразивно-відрізному верстаті, де похибка відрізки становить $L_p = \pm 1\text{мм}$. приймаємо $L_p = 2\text{мм}$.

Припуск на боку торцевих поверхні становить $2z_0 = 3\text{мм}$, Отже:

Діаметр і довжина заготовки:

$$\begin{aligned} D_3 &= 60\text{мм} \\ L_3 &= L_{q,max} + 2z_0 + 2L_p = 20 + 2 + 3 = 25\text{мм} \end{aligned} \quad (1.1)$$

Масу заготовки розраховуємо за допомогою вбудованого модуля вимірів системи Компас 3-D. Для цього було побудовано тривимірну модель заготовки із прокату за розрахованими розмірами, представлену на рисунку 1.4.

Результат розрахунку маси заготовки із прокату:

$$M_{\text{заг1}}=0,552 \text{ кг.}$$

Коефіцієнт використання матеріалу заготовки:

$$K_{\text{им}} = \frac{m_{\text{дет}}}{m_{\text{заг}}} = \frac{0,133}{0,552} = 0,24 \quad (1.2)$$

Вартість однієї заготовки з прокату:

$$C_z = \frac{m_{\text{заг}} \cdot S}{1000} - (m_{\text{заг}} - m_{\text{дет}}) \cdot \frac{S_{\text{отх}}}{1000} \quad (1.3)$$

$S = 12600$ грн – ціна 1 тонни матеріалу заготовки;

$S_{\text{отх}} = 1400$ грн - ціна 1 тонни стружки;

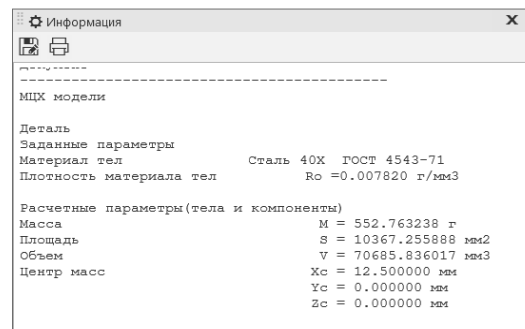
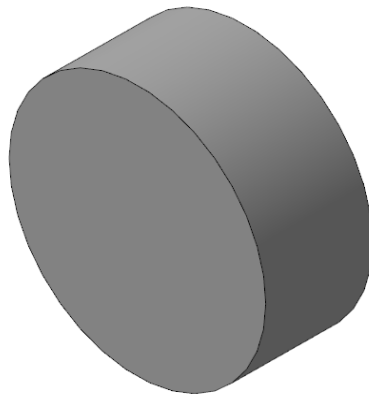
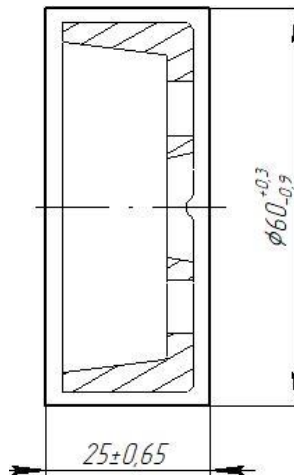


Рисунок 1.4.-Ескіз заготовки з прокату.

$$C_z = \frac{0,552 \cdot 12600}{1000} - (0,552 - 0,133) \cdot \frac{1400}{1000} = 6,4 \text{ грн};$$

Значення коефіцієнтів заносимо в таблицю 1.4.

Визначення собівартості однієї заготовки, отриманої куванням.

Ступінь складності заготовки - С2

Розраховуємо розміри заготовки:

$$D_3^i = D_d^i \pm 2z_0; L_3^i = L_d^i \pm z_0, \quad (1.4)$$

де z_0 - припуск на сторону; знак «+» при зовнішньому діаметрі або довжинному розмірі; знак «-» при внутрішньому діаметрі або довжинному розмірі

$$D_3^1 = 56 + 5.5 \cdot 2 = 65 \text{ мм}$$

$$D_3^2 = 50 - 2 \cdot 3 = 44 \text{ мм}$$

$$L_3^2 = 20 + 2 \cdot 2.5 = 25 \text{ мм}$$

Масу заготовки розраховуємо за допомогою вбудованого модуля вимірів системи Компас 3-D. Для цього було побудовано тривимірну модель кованої заготовки за розрахованими розмірами, представлену на рисунку 1.5.

Результат розрахунку маси кованої заготовки:

$$M_{\text{заг2}} = 0.460 \text{ кг.}$$

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{им}} = \frac{m_{\text{дет}}}{m_{\text{заг}}} \quad \text{ссылка} \quad (1.5)$$
$$K_{\text{им}} = \frac{0.133}{0.460} = 0.29$$

Вартість однієї заготовки:

$$C_{\text{заг}} = \frac{C_i}{1000} \cdot m_{\text{заг}} \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{\Pi} - (m_{\text{заг}} - m_{\text{дет}}) \cdot \frac{S_{\text{отх}}}{1000}, \quad (1.6)$$

де $C_i = 33500$ грн - базова вартість однієї тонни заготовок;

K_T - коефіцієнт, що залежить від класу точності;

K_B - коефіцієнт, що залежить від групи складності;

K_3 - коефіцієнт, що залежить від маси;

K_M - коефіцієнт, що залежить від матеріалу;

K_{Π} - коефіцієнт, що залежить від групи серійності.

Таблиця 1.4 – Розрахунок собівартості отримання заготовок

Показники	Позначення	Одиниці виміру	Варіанти	
			Прокат	Лиття в кокіль
маса деталі	$m_{дет}$	кг	0,133	
маса заготовки	$m_{заг}$	кг	0,552	0,460
Коеф. използвов матеріалу	$K_{ім}$		0,24	0,29
Базова ціна заготовки	C_i	грн	12800	33500
коефіцієнти	K_T		-	1,03
	K_M		-	1,6
	K_3		-	1,0
	K_B		-	0,83
	$K_{п}$		-	1,0
Ціна за тонну стружки	$S_{отх}$	грн	1400	
Вартість однієї заготовки	$S_{заг}$	грн	6,4	20,62

Виконуємо розрахунки для варіанта виробництва заготовки з прокату та кованої.

Розраховуємо додаткові витрати на матеріал:

$$З_{M1} = \frac{C_1}{1000} \cdot M_1 \quad (1.7)$$

$$З_{M1} = \frac{12800}{1000} \cdot 1910,92 = 24459,77 \text{ грн}$$

$$M_1 = \frac{m_{дет}(\eta_2 - \eta_1)}{\eta_2 \cdot \eta_1} \cdot П, \quad (1.8)$$

де $П$ – річна програма випуску.

$$M_1 = \frac{0,133(0,29 - 0,24)}{0,29 \cdot 0,24} \cdot 20000 = 1910,92 \text{ кг}$$

Річне заощадження за вартістю виготовлення заготовок з прокату:

$$B_{31} = (S_{заг2} - S_{заг1}) \cdot П, \quad (1.9)$$

де $S_{заг}$ - вартість виробництва заготовки

$$B_{31} = (20,62 - 6,4) \cdot 20000 = 284400 \text{грн}$$

Розрахуємо абсолютне річне заощадження при виробництві заготовок з прокату в порівнянні з кованою:

$$E_3 = B_{31} - Z_{M1} = 284400 - 24459,77 = 259940,23 \text{грн} \quad (1.10)$$

Заготовка з прокату є дешевше, ніж заготовка кована. Тому не зважаючи на більше значення коефіцієнту використання матеріалу кованої заготовки пріоритет у виробництві я віддаю заготовці з прокату.

1.4. Проектування маршруту обробки поверхонь.

Встановлюємо характеристики поверхонь деталі і результати заносимо в таблицю. 1.5

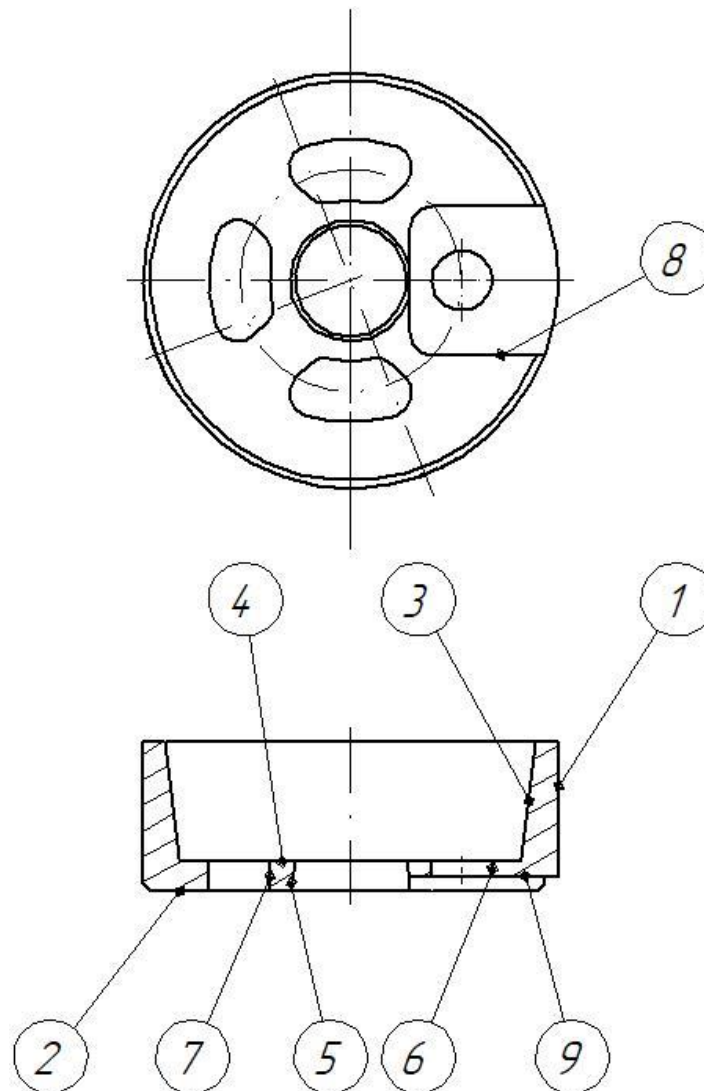


Рисунок 1.6 – Основні поверхні деталі

Таблиця 1.5 - Характеристика основних поверхонь деталі.

№ Поверхні	Основні розміри	Характеристика поверхні		Показники						
				Квалітет точності розміру	Допуски форми і розташування поверхонь		Шорсткість, Ra		Твердість	
					Вид	Тип				
З	Д									
1.	Ø56	Цил.	Наружн.	h9	-	-	6	1,6	HB	HB 172- 202
2.	20	Плоск.	Наружн.	h9	-	-	6	1,6		
3.	Ø50	Цил.	Внутр.	H8	0,4	0,05	7	0,8		
4.	16	Плоск.	Внутр.	Js14	-	-	4	6,3		
5.	Ø13	Цил.	Внутр.	H8	0,4	0,05	7	0,8		
6.	Ø8	Цил.	Внутр.	H14	-	-	4	6,3		
7.	8	Цил.	Внутр.	H14	-	-	4	6,3		
8.	20	Плоск.	Внутр.	H9	-	-	4	6,3		
9.	2	Плоск.	Внутр.	Js14	-	-	6	1,6		

Оскільки для досягнення шорсткості Ra 6,3 необхідно обробити заготовку двома переходами: чорновим і чистовим. Отже, допуск поверхонь заготовок, на які конструктор призначив допуск H14; h14, посилюємо до H11; h11.

1.4.1 Аналіз технологічності конструкції деталі

Технологічність конструкції деталі визначається шляхом за якісними та кількісними показниками:

1) Матеріал деталі - Сталь 45 ГОСТ 1050-88

Оброблюваність матеріалу - хороша

Можливість отримання необхідної шорсткості поверхонь - без особливих труднощів.

2) На більшості операцій принципи єдності і сталості баз дотримуються.

3) Деталь є досить жорсткою і не потребує встановлення додаткових опор.

4) Можлива багато інструментальних обробка поверхонь.

5) Деталь не потребує застосування спеціального допоміжного різального інструменту.

6) Обробка поверхонь є зручною.

7) Розміри проставлені технологічно.

Аналіз деталі на технологічність за допомогою кількісних ознак

1) Коефіцієнт використання заготовки:

$$K_{iz} = 0,24 < 0,8;$$

2) Коефіцієнт уніфікації:

$$K_{ye} = Q_{ye} / Q_e \quad (1.11)$$

Q_{ye} - кількість уніфікованих елементів;

Q_e - загальна кількість конструктивних елементів.

$$K_{ye} = 9/9 = 1 > 0,6$$

3) Коефіцієнт шорсткості

$$K_{ш} = 1 / B_{CP} \quad (1.12)$$

B_{CP} - середнє значення показника шорсткості, R_a ;

$$K_{ш} = 1 / 3,37 = 0,35 > 0,32;$$

За перерахованими вище якісним оцінками, і по відповідності кількісних показників, робимо висновок що конструкція технологічна.

1.4.2 Визначення показників точності і якості основних поверхонь деталі

Розробляємо МОП для поверхні 1:

Поверхня - зовнішня циліндрична

заготівля Ø60 IT14 ($^{+0,3}_{-0,9}$) $R_a = 12,5$

деталь Ø56 h9 (-0,074) $R_a = 1,6$ HB172-202.

Розраховуємо уточнення за показниками

$$\begin{aligned}\varepsilon_{Td} &= \frac{Td_3}{Td_0} = \frac{1.2}{0.074} = 16.2 \\ \varepsilon_{Ra} &= \frac{Ra_3}{Ra_0} = \frac{12.5}{1.6} = 7.8\end{aligned}\quad (1.13)$$

Переважаючим показником - є показник точності геометричного розміру. Розраховуємо кількість переходів.

$$\begin{aligned}K_p &= 2\lg \varepsilon_{Td} \\ K_p &= 2\lg 16.2 = 2.4\end{aligned}\quad (1.14)$$

приймаємо $K_p = 3$

Визначимо різницю показників якості. І розподілимо цю різницю між $K_p = 3$ переходами по закону прогресивного зменшення

Різниця квалитетов точності і її розподіл

$\Delta_{KB} = IT_{заг} - IT_{дет} = IT14 - h9 = 5$ квалитетів $= 2 + 2 + 1$, Тобто. 1-ий перехід механічної обробки уточнює поверхню заготовки на 2квалитета; 2-ий перехід механічної обробки уточнює поверхню заготовки на 2 квалитета; 3ий перехід механічної обробки уточнює поверхню заготовки на 1 квалітет.

Встановлюємо послідовність показників точності і якості - ППТК

- по точності геометричного розміру:

$$IT14 \rightarrow h12 \rightarrow h10 \rightarrow (T.O.) \rightarrow h9$$

- по шорсткості поверхні:

$$Ra12.5 \rightarrow Ra6.3 \rightarrow Ra3.2 \rightarrow (T.O.) \rightarrow Ra1.6$$

складаємо МОП

Таблиця 1.6 – Маршрут обробки поверхні 1

№	Операція	Характеристика поверхні	
		Квалітет точності	Шорсткість, Ra
1	Заготовка пруток	IT14	12,5
2	Точіння чорнове	h12	6,3
3	Точіння чистове	h10	3,2
4	Т.О. - нормалізація	h10	3,2
5	Шліфування попереднє	h9	1,6

Згідно [1.т.табл. с192] визначаємо допуски по переходах відповідно до прийнятого ППТК

Розробляємо МОП для поверхні 2:

Поверхня - зовнішня плоска

Заготовка 25IT14 ($^{+0,65}_{0,65}$) Ra = 12,5

Деталь 20h9 ($_{-0,052}$) Ra = 1,6 HB172-202

Розраховуємо уточнення за показниками

$$\varepsilon_{Td} = \frac{Td_3}{Td_0} = \frac{1,3}{0,052} = 25$$

$$\varepsilon_{Ra} = \frac{Ra_3}{Ra_0} = \frac{12,5}{1,6} = 7,8$$

$$\varepsilon_{\uparrow} = \frac{\overset{\uparrow}{b}_3}{\underset{\uparrow}{b}_0} = \frac{0,4}{0,02} = 20$$

Переважаючим показником - є показник якості поверхні. Розраховуємо кількість переходів.

$$K_p = 2\lg \varepsilon_{Td}$$

$$K_p = 2\lg 25 = 2,79$$

Приймаємо $K_p = 3$

Визначимо різницю показників якості. І розподілимо цю різницю між переходами по закону прогресивного зменшення.

Різниця показників якості поверхні і її розподілу

$\Delta Ra = Ra_{\text{заг}} - Ra_{\text{дет}} = Ra_{12,5} - Ra_{1,6} = Ra_{10,9} = Ra_{7,7} + Ra_{1,6} + Ra_{1,6}$, Тобто 1-ий перехід механічної обробки покращує якість поверхні заготовки на Ra7,7; 2ий перехід механічної обробки покращує якість поверхні заготовки на Ra1,6; 3ий перехід механічної обробки покращує якість поверхні заготовки на Ra1,6.

Встановлюємо послідовність показників точності і якості - ППТК

- по шорсткості поверхні:

$$Ra_{12,5} \rightarrow Ra_{6,3} \rightarrow Ra_{3,2} \rightarrow (T.O.) \rightarrow Ra_{1,6}$$

- по точності геометричного розміру:

$$IT_{14} \rightarrow JS_{12} \rightarrow JS_{10} \rightarrow (T.O.) \rightarrow JS_9$$

- по точності взаємного розміщення - биття:

$$ст.15 \rightarrow ст.11 \rightarrow ст.8 \rightarrow (T.O.) \rightarrow ст.7$$

складаємо МОП

Таблиця 1.7 – Маршрут обробки поверхні 2

№	Операція	Характеристика поверхні		
		Квалитет точності	Шорсткість, Ra	Биття Ст.т.,мкм
1	Заготовка пруток	IT14	12,5	ст.15; 400
2	Підрізати торець начорно	JS12	6,3	Ст.11; 100
3	Підрізати торець начисто	JS10	3,2	Ст.8, 25
4	Т.О. - нормалізація	JS10	3,2	Ст.8, 25
5	шліфування	JS9	1,6	Ст.7, 20

Згідно [1.т.табл. с192] визначаємо допуски по переходах відповідно до прийнятого ППТК.

1.4.3 Проектування маршрута виготовлення деталі

Складаємо поетапний маршрут виготовлення деталі:

1 етап – отримання заготовки

2 етап – механічна обробка:

- підготувати технологічні бази – зовнішній діаметр і торець.
- токарна обробка
- фрезерна обробка
- свердлильна обробка
- шліфувальна обробка

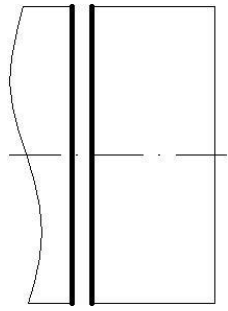
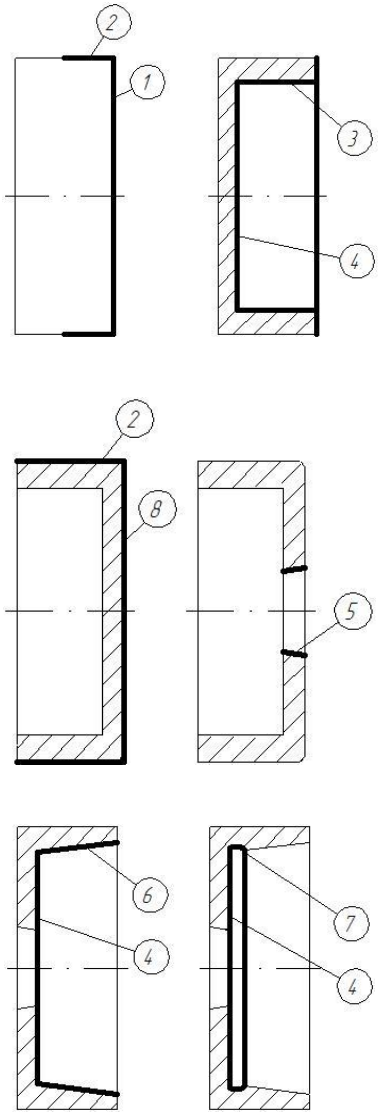
3 етап – мойка, контроль.

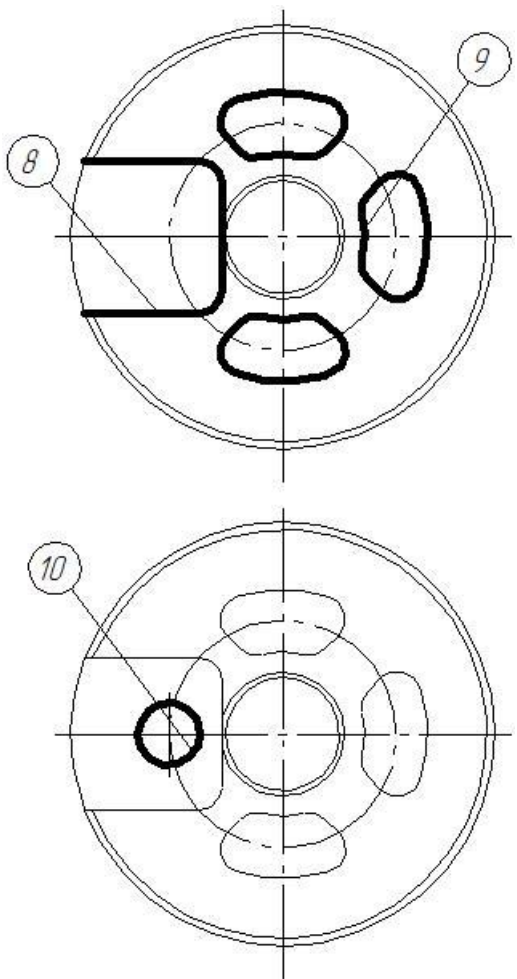
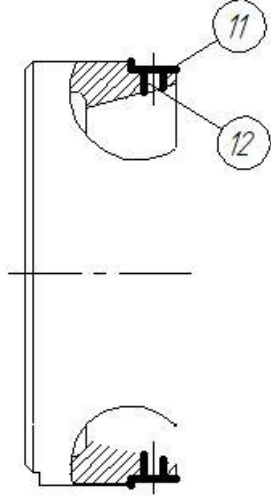
Вибір технологічних баз.

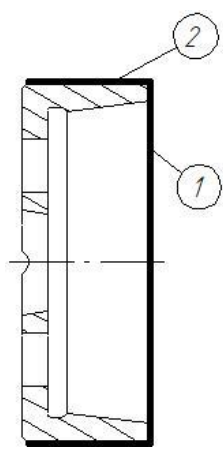
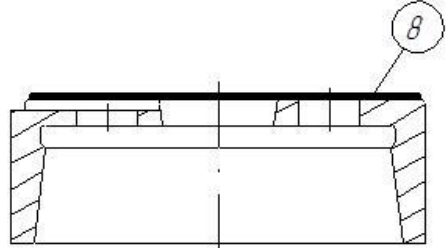
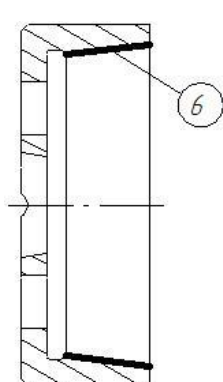
Технологічними базами на першу токарну операцію приймаємо поверхні, які затискатимуться в 3-х кулачковому патроні. При свердлильній та фрезерній операціях за бази приймаємо торцеві поверхні, як опорні, а також поверхні, які затискатимуться прихватом. При шліфувальних операціях, як при токарній обробці.

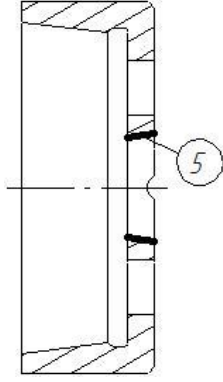
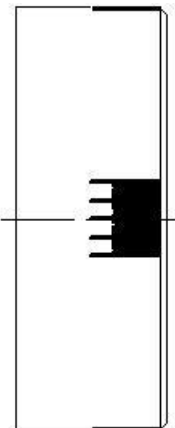
Маршрут виготовлення деталіта вибране обладнання заносимо в таблицю 2.4.

Таблиця 1.8 - Маршрут виготовлення деталі

№ п/п	Найменування операції	Модель станка	Ескіз установка
005	Заготівельна	Абразивно- відрізний МОС-400В	
0	Токарна з ЧПУ Підрізати торець 1 начорно та начисто. Точити поверхню 2 начорно, Розточити поверхні 3, 4 начорно. Підрізати торець 8 начорно та начисто. Точити поверхню 2 начисто. Свердлити і розточити отвір 5 начисто. Розточити поверхні 6, 4 начисто. Прорізати канавку 7.	Токарний з ЧПУ СТХ 310	

015	Свердильно-фрезерна з ЧПУ Фрезерувати пази 8, 9. Свердлити отвір 10.	Свердильно-фрезерно-розточувальнийз ЧПУ 2С150ПМФ4	
020	Свердильно-фрезерна з ЧПУ Фрезерувати лиски 11. Свердлити і нарізати різь 12.	Свердильно-фрезерно-розточувальнийз ЧПУ 2С150ПМФ4	

30	Круглошліфувальна Шліфувати поверхні 1 і 2.	Круглошліфувальний 3Б153	
35	Плоскошліфувальна Шліфувати торець 8.	Плоскошліфувальний 3Е710В	
040	Внутрішлифувальна. Шліфувати конус 6.	Внутрішлифувальний 3А228	

045	Внутрішлифувальна. Шліфувати конус 5	Внутрішлифувальний 3A228	
050	Гравірувальна. Гравірувати риси в трьох місцях.	Гравірувальний	
055	Слюсарна	Слюсарний стіл	
060	Мийна	Мийна машина	-
065	Контрольна	Контроль- ний стіл	-

1.4.4 Розрахунок міжопераційних припусків і технологічних розмірів

Технологічний розмір - це розмір, який визначається технологом і проставляється в технологічній документації. Технологічний розмір включає припуск під подальшу обробку.

Припуск - це шар матеріалу, що містить різні дефекти, неприпустимі за умовами службового призначення, і який необхідно усунути з поверхні заготовки з метою досягнення заданих властивостей оброблюваної поверхні. Припуск слід розглядати як компенсатор похибок попередніх переходів.

До теперішнього часу розроблено два методи визначення припусків: розрахунково аналітичний і дослідно-статистичний (табличний). [5, 8]

При визначенні припуску розрахунково-аналітичним методом визначають складові елементи припуску R_a , h , ρ , ϵ в залежності від конкретних умов обробки і стану заготовки по довідковій літературі, а потім розраховують $Z_{i\min}$ для переходів механічної обробки.

При визначенні припуску дослідно-статистичним методом величину загального припуску $Z_{0\min}$ або припуску на перехід $Z_{i\min}$ вибирають з таблиць довідкової літератури.

Методи розрахунку технологічних розмірів: метод проф. В.М. Кована і метод розмірних ланцюгів.

Метод, заснований на теорії розмірних ланцюгів, дає загальне рішення розмірної задачі і охоплює весь діапазон різних методів і схем обробки. Метод проф. В.М. Кована доцільний за умови, що всі переходи механічної обробки є однопрохідними на налаштованих верстатах, тобто коли при механічній обробці спостерігається явище копіювання або технологічної спадковості.

Розрахунок припусків і операційних розмірів на поверхню $\varnothing 56h9$ розрахунково-аналітичним способом.

1. Визначаємо маршрут обробки. Вибираємо операційні допуски по [1, с. 8-12, табл. 4-5].

Маршрут обробки:

Заготовка - пруток

Точіння чорнове $h12$ ($T_d = 300$ мкм).

Точіння чистове $h10$ ($T_d = 120$ мкм).

Шліфування $h9$ ($T_d = 74$ мкм).

2 Вибираємо величини, які характеризують якість поверхні:

$R_z=160$ мкм $h=200$ мкм, [1, с. 186, табл. 12]

$R_{z1}=50$ мкм $h_1=50$ мкм

$R_{z2}=25$ мкм $h_2=25$ мкм, [1, с. 188, табл. 25]

$R_{z3}=10$ мкм $h_3=20$ мкм

Залишкові просторові відхилення [1,с.186,187,табл.16,18]

$$\Delta_{заг} = \sqrt{(\Delta_k \cdot d)^2 + \Delta_{см}^2}, \quad (1.15)$$

де Δ_k - кривизна прутка;

$\Delta_{см}$ – відхилення від співвісності поковок.

$$\Delta_{заг} = \sqrt{(3 \cdot 35,5)^2 + 400^2} = 413,94 \text{ мкм}$$

Для інших операцій

$$\Delta_{\partial p} = k_y \Delta_{заг} \quad (1.16)$$

Значення коефіцієнта k_y уточнення обираємо по [1, табл. 3].

$$\Delta_1 = 0,04 \cdot 413 = 16,52 \text{ мкм}$$

$$\Delta_2 = 0,04 \cdot 413 = 16,52 \text{ мкм}$$

$$\Delta_3 = 0,02 \cdot 413 = 8,26 \text{ мкм}$$

Похибка установки [1, с. 41-44, табл. 12-17]:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\theta}^2 + \varepsilon_3^2}, \quad (1.17)$$

$$\varepsilon_{y1} = 400 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{y2} = 100 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{y3} = 50 \text{ мкм}$$

3. Визначаємо допуск на розмір заготовки [1]:

$$Td_{заг} = 1200 \text{ мкм},$$

Розділяємо допуск на відхилення: верхнє (e_s) и нижнє (e_i).

$$e_s = \frac{2}{3} \cdot Td_{заг} \quad (1.18)$$

$$e_s = \frac{2}{3} \cdot 1200 = 800_{мкм} = 0,8_{мм}$$

$$e_i = \frac{1}{3} \cdot Td_{заг} \quad (1.19)$$

$$e_i = \frac{1}{3} \cdot 1200 = 400_{мкм} = 0,4_{мм}$$

$$Td_{заг} = 0,8 + 0,4 = 1,2_{мм}$$

4 Визначаємо величину мінімального припуску по переходам

$$2Z_{i-1min} = 2 \left[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right] \quad (1.19)$$

$$2Z_{1min} = 2 \left[(160 + 200) + \sqrt{413^2 + 400^2} \right] = 2500_{мкм}$$

$$2Z_{2min} = 2 \left[(50 + 50) + \sqrt{16,52^2 + 100^2} \right] = 475_{мкм}$$

$$2Z_{3min} = 2 \left[(25 + 25) + \sqrt{16,52^2 + 50^2} \right] = 205,3_{мкм}$$

5 Визначаємо граничні проміжні розміри за технологічними переходами та кінцеві розміри заготовки:

$$D_{min i-1} = D_{min i} + 2Z_{min i}; \quad D_{max i-1} = D_{min i-1} + T_{D i-1} \quad (1.20)$$

$$D_{3min} = 55,926 + 0,205 = 56,125_{мм}$$

$$D_{3max} = 56,125 + 0,12 = 56,245_{мм}$$

$$D_{2min} = 56,125 + 0,475 = 56,6_{мм}$$

$$D_{2max} = 56,6 + 0,3 = 56,9_{мм}$$

$$D_{1min} = 56,6 + 2,5 = 59,1_{мм}$$

$$D_{1max} = 59,1 + 1,2 = 60,3_{мм}$$

6 Визначаємо отримані граничні припуски

$$2Z_{max i-1} = D_{max i} - D_{min i-1}; \quad 2Z_{min i-1} = D_{min i} - D_{min i-1} \quad (1.22)$$

$$2Z_{1min} = 60,3 - 59,1 = 1,2_{мм}$$

$$2Z_{1\max} = 60,3 - 56,525 = 3,775\text{мм}$$

$$2Z_{2\min} = 56,245 - 56,125 = 0,475\text{мм}$$

$$2Z_{2\max} = 56,825 - 56,125 = 0,7\text{мм}$$

$$2Z_{3\min} = 56,125 - 55,926 = 0,205\text{мм}$$

$$2Z_{3\max} = 56,245 - 55,926 = 0,319\text{мм}$$

7 Заходимо отриманий загальний припуск:

$$2Z_{\text{заг}\max} = \sum 2Z_{\max} \quad (1.23)$$

$$2Z_{\text{заг}\min} = \sum 2Z_{\min} \quad (1.24)$$

$$2Z_{\text{заг}\max} = 3,775 + 0,7 + 0,319 = 4,794\text{мм}$$

$$2Z_{\text{заг}\min} = 2,5 + 0,475 + 0,205 = 3,18\text{мм}$$

8 Виконуємо перевірку правильності розрахунків за формулою:

$$T_{D\text{ заг}} - T_{D\text{ дет}} = 2Z_{\text{заг}\max} - 2Z_{\text{заг}\min} \quad (1.25)$$

$$T_{D\text{ заг}} - T_{D\text{ дет}} = 1200 - 74 = 1126\text{мкм}$$

$$2Z_{\text{заг}\max} - 2Z_{\text{заг}\min} = 4600 - 3016 = 1126\text{мкм}$$

Розрахунки виконано вірно.

Таблиця 1.9 - Результати розрахунку припуску на розмір $\varnothing 56h9_{(-0,074)}$

Характеристика поверхні	Зміст технологичного перехода	Елементи припуску, мкм				Допуск, мм	Граничні значення розмірів, мм		Граничні значення припусків, мм		Технологічний виконавчий розмір, d мм
		Ra	h	ρ	ϵ		d _{max}	d _{min}	2Z _{max}	2Z _{min}	
$\varnothing 56h9_{(-0,074)}$	1. Заготовка	160	200	1370	-	1,2	60,3	59,1	-	-	$\varnothing 60^{+0,3}_{-1,1}$
	2. Точіння чорнове	50	50	82	400	0,3	56,825	56,525	3,775	2,5	$\varnothing 56,825_{-0,3}$
	3. Точіння чистове	25	25	54	100	0,12	56,245	56,125	0,7	0,475	$\varnothing 56,245_{-0,12}$
	4. ТО	-	-	49	-	-	-	-	-	-	-
	5. Шліфування	10	20	27	50	0,074	56	55,926	0,319	0,205	$\varnothing 56_{-0,074}$

1.4.5 Проектування операцій технологічного процесу

1.4.5.1 Розробка токарної операції 010 перехід 2, 5

Таблиця 1.10 - Технологічні параметри деталі

Діаметр заготовки, мм	Діаметр після обробки, мм	Довжина заготовки, мм	матеріал заготовки	Межа міцності, МПа
D = 60	d = 56	l = 200	P6M5	660

Операційний ескіз представлений на рисунку 1.7

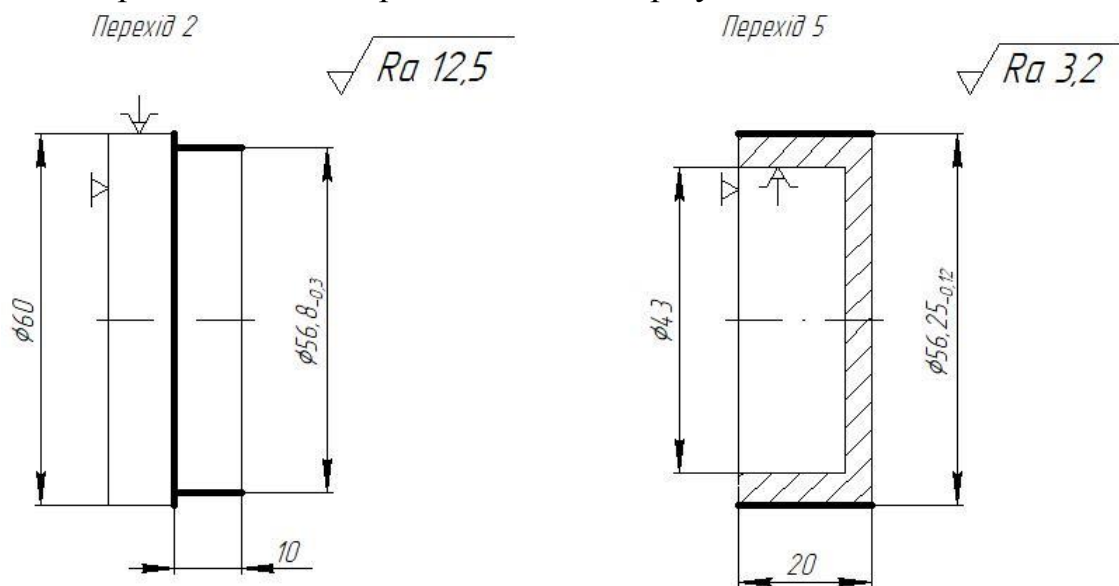


Рисунок 1.7 - Операційний ескіз до операції 040

Обробку проводимо на токарному верстаті СТХ 310.

Основні технічні характеристики верстата:

- максимальний діаметр оброблюваної заготовки 300 мм;
- частота обертів шпинделя 0-5000 хв-1;
- поздовжня подача 3-1200 мм / хв;
- потужність двигуна 11 кВт.

Для обточування заготовки по зовнішньому діаметру вибираємо токарний прохідний прямий правий різець по ГОСТ 18878-73.

Перетин державки різця 25x16мм, довжина державки 140мм. Матеріал державки сталь 45.

Матеріал ріжучої частини різця для чорнового і чистового точіння - твердий сплав Т15К6.

Геометрія різців представлена в таблиці 1.11.

Таблиця 1.11- Геометрія різців

Обробка	форма	γ	α	φ	$\varphi 1$	λ	R
чорнова	I	12	8	30	15	0	1
чистова	I	25	12	45	10	-2	1

Призначення режимів різання

Глибина різання розраховується за формулою (1.26):

$$t = \frac{D-d}{2} \quad (1.26)$$

де D та d – діаметри відповідно до та після обробки поверхні, яка обробляється.

За формулою (1.26) розраховую глибину різання для чорнової обробки:

$$t = \frac{60-56,8}{2} = 1,6\text{мм}$$

для чистової обробки:

$$t = \frac{56,8-56,25}{2} = 0,275\text{мм}$$

Призначення подачі проводимо згідно з рекомендаціями [4, т.11, з 266]

для чорнової обробки: $S = 0,5-0,9$ мм / об;

для чистової обробки: $S = 0,25-0,3$ мм / об.

Коригуємо вибрані подачі за паспортом верстата

для чорнової обробки: $S = 0,7$ мм / об

для чистової обробки: $S = 0,25$ мм / об

Період стійкості різців:

для чорнової і чистової обробки приймаємо $T = 60\text{хв.}$

Визначення швидкості різання:

Швидкість різання розраховуємо за формулою:

$$V_P = \frac{C_V}{T^{m \cdot t^x \cdot S^y}} K_V, \quad (1.27)$$

Величини обраних коефіцієнтів [4, т.17, з 269] і показників ступенів [4, т.18, з 271] наведені в таблицях 1.12, 1.13:

Таблиця 1.12 - Показники, які використовуються для розрахунку швидкості різання

Обробка	C_V	x	y	m
чорнова	340	0,15	0,45	0,2
чистова	420	0,15	0,2	0,2

Поправочний коефіцієнт для розрахунку швидкості різання:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} \cdot K_{\varphi V} \cdot K_{\varphi_{1V}} \cdot K_{rV} \cdot K_{qV}, \quad (1.28)$$

$$K_{MV} = \frac{750}{\sigma_B} = \frac{750}{660} = 1,14, \quad (1.29)$$

Таблиця 1.13 - Величини поправочних коефіцієнтів

Обробка	K_{PV}	K_{IV}	$K_{\varphi V}$	$K_{\varphi_{1V}}$	K_{rV}	K_{qV}	K_V
чорнова	1	1	1,2	0,97	0,94	0,97	1,2
чистова	1	1	1	1	0,94	0,97	1,03

За формулою (1.27) розраховую швидкість різання для чорнового та чистового проходів:

$$V_{\text{черн}} = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 1,6^{0,15} \cdot 0,2^{0,45}} \cdot 1,2 = 345,9 \text{ м / хв.}$$

$$V_{\text{чист}} = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,275^{0,15} \cdot 0,08^{0,2}} \cdot 1,03 = 383,65 \text{ м / хв.}$$

Визначення числа обертів шпинделя верстата

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \text{ об / хв,} \quad (1.30)$$

$$n_{\text{черн}} = \frac{1000 \cdot 345,9}{3,14 \cdot 60} = 1835,06 \text{ об / хв}$$

$$n_{\text{чист}} = \frac{1000 \cdot 383,65}{3,14 \cdot 56,8} = 2149,97 \text{ об / хв}$$

Коригуємо вибрані числа оборотів за паспортом верстата

$$n_{\text{черн}} = 1800 \text{ об / хв}$$

$$n_{\text{чист}} = 2100 \text{ об / хв}$$

Визначення дійсної швидкості різання.

$$V_D = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{ст}}}{1000}, \text{ м / хв} \quad (1.31)$$

$$V_{D\text{черн}} = \frac{3,14 \cdot 60 \cdot 800}{1000} = 150,72 \text{ м / хв}$$

$$V_{D\text{чист}} = \frac{3,14 \cdot 56,8 \cdot 2100}{1000} = 374,73 \text{ м / хв}$$

Визначення тангенціальної складової сили різання.

$$P_Z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_{PZ}, \quad (1.32)$$

$$\text{де,, [4, т.22, з 273]} C_{PZ} = 300 x_{PZ} = 1 y_{PZ} = 0,75 n_{PZ} = -0,15$$

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P}, \quad (1.33)$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{n_p} = \left(\frac{660}{750} \right)^{0,75} = 0,9, \quad (1.34)$$

Таблиця 1.14 - Величини поправочних коефіцієнтів

Обробка	$K_{\varphi P}$	$K_{\gamma P}$	$K_{\lambda P}$	K_P
чорнова	1,08	1	1	0,97
чистова	1	1	1	0,9

За формулою (1.32) розраховую сили різання для чорнового та чистового проходів:

$$P_{Z\text{черн}} = 10 \cdot 300 \cdot 1,6^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 339,29^{-0,15} \cdot 0,97 = 581,03 \text{ Н}$$

$$P_{Z\text{чист}} = 10 \cdot 300 \cdot 0,275^1 \cdot 0,08^{0,75} \cdot 374,73^{-0,15} \cdot 0,9 = 51,01 \text{ Н}$$

Визначення потужності різання:

$$N = \frac{P_Z \cdot V_D}{60000}, \text{ кВт} \quad (1.35)$$

$$N_{\text{черн}} = \frac{581,03 \cdot 339,29}{60000} = 3,29 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{чист}} = \frac{96,2 \cdot 374,73}{60000} = 0,6 \text{ кВт}$$

Т.ч. потужність різання менше потужності на шпинделі верстата:

$$N_{\text{шп}} = N_d \cdot \eta = 11 \cdot 0,85 = 9,35 \text{ кВт}$$

Визначення дійсної стійкості інструменту

$$T_d = T \cdot \left(\frac{V}{V_d} \right)^{\frac{1}{m}}, \text{ хв} \quad (1.36)$$

$$T_{\text{Дчерн}} = 60 \cdot \left(\frac{345,9}{339,29} \right)^{\frac{1}{0,2}} = 66,08 \text{ хв}$$

$$T_{\text{Дчист}} = 60 \cdot \left(\frac{383,65}{374,73} \right)^{\frac{1}{0,2}} = 67,49 \text{ хв}$$

Визначення машинного часу:

$$t_o = \frac{l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}}}{n \cdot S}, \text{ хв} \quad (1.40)$$

де $l_{\text{вр}}$, $l_{\text{пер}}$ - величини врізання та перебігу відповідно, тоді

$$t_{\text{очерн}} = \frac{40 + 1,6 \cdot \text{ctg} 90^\circ + 2}{1800 \cdot 0,2} = 0,12 \text{ хв}$$

$$t_{\text{очист}} = \frac{20 + 0,275 \cdot \text{ctg} 90^\circ + 2}{2100 \cdot 0,08} = 0,13 \text{ хв}$$

1.4.5.2 Розробка фрезерної операції 020

Операційний ескіз представлений на малюнку 1.8

Рисунок 1.8 – Операційний ескіз до операції 020

Характеристика свердлильно-фрезерно-розточувального верстата 2С150ПМФ4:

- розміри робочої поверхні столу 500×1000 мм;
- найбільше поздовжнє переміщення столу 800 мм;
- частота обертів шпинделя 28-3500 хв-1;
- поздовжня подача 1-5000 мм / хв;
- потужність двигуна 11 кВт.

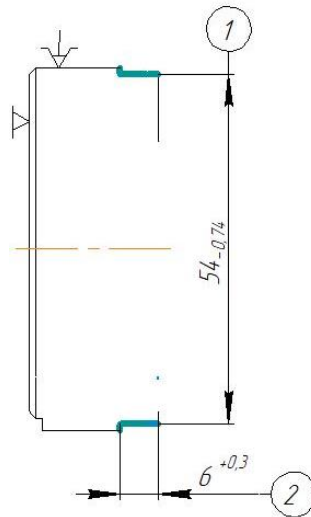


Рисунок 1.8 - Операційний ескіз до операції 020

Згідно з вихідними даними вибираємо ріжучий інструмент: Фреза кінцева, Ø16мм, $z = 4$, P6M5.

Режими різання розраховуємо аналітичним методом.

Визначаємо глибину різання за формулою:

$$t = (D_3 - B) / 2,$$

де $D_3 = 56$ мм - діаметр заготовки,

$B = 54$ мм - розмір деталі після обробки.

$$t = (56 - 54) / 2 = 1 \text{ мм}$$

Вибираємо подачу на зуб $S_z = 0,1$ мм / зуб [21, с. 283, т. 34].

Подачу на оберт розраховуємо за формулою:

$$S = S_z \cdot z \text{ мм / об.} \quad (1.41)$$

$$S = 0,1 \cdot 4 = 0,4 \text{ мм / об.}$$

Стійкість інструменту $T = 90$ хв [21, с. 290, т. 40].

Визначаємо швидкість різання, яка допускається ріжучими властивостями інструменту в м / хв за формулою:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v, \quad (1.42)$$

Значення коефіцієнта C_V та показників ступенів вибираємо згідно рекомендацій [21, с. 286, т. 39]: $C_V = 46,7$; $q = 0,45$; $m = 0,33$; $x = 0,5$; $y = 0,5$; $u = 0,1$; $p = 0,1$.

Значення коефіцієнта K_V розрахуємо за формулою:

$$K_V = K_{mv} K_{pv} K_{iv}, \quad (1.43)$$

де $K_{mv} = 0,7$ - поправочний коефіцієнт, який враховує вплив фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу [21, с. 261, т. 1];

$K_{pv} = 1$ - поправочний коефіцієнт, який враховує вплив стану поверхні заготовки [21, с. 263, т. 5];

$K_{iv} = 1$ - поправочний коефіцієнт, який враховує вплив інструментального матеріалу [21, с. 263, т. 6]

$$K_V = 0,7 \cdot 1 \cdot 1 = 0,7$$

За формулою (1.42) розрахуємо швидкість різання

$$V = \frac{46,7 \cdot 16^{0,45}}{90^{0,33} \cdot 1^{0,5} \cdot 0,1^{0,5} \cdot 6^{0,1} \cdot 4^{0,1}} \cdot 0,7 = 51,74 \text{ м / хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя за формулою (1.30):

$$n_p = \frac{1000 \cdot 51,74}{3,14 \cdot 16} = 1029,33 \text{ хв}^{-1}$$

Коригуємо частоту обертання шпинделя за паспортними даними верстата: $n_{cm} = 1000 \text{ хв}^{-1}$.

Визначаємо дійсну швидкість різання за формулою (1.31):

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{cm}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 16 \cdot 1000}{1000} = 50,26 \text{ м / хв}$$

Визначаємо хвилинну подачу:

$$S_{min} = S_z \cdot z \cdot n_{cm} \text{ мм / хв}, \quad (1.44)$$

$$S_{min} = 0,1 \cdot 4 \cdot 1000 = 400$$

Ця величина повністю збігається з паспортними даними верстата $V_s = 400$ мм / хв. Очевидно, що і подача на зуб не змінилася.

Визначаємо силу різання P_z за формулою:

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^n z}{D^q n^w} K_{mp}, \text{ Н} \quad (1.45)$$

Значення коефіцієнта C_p та показників ступенів вибираємо згідно рекомендацій [21, с. 291, т. 41]: де $C_p = 68,2$; $x = 0,86$; $y = 0,72$; $u = 1$; $q = 0.86$; $w = 0$;

$K_{mp} = 1$ - поправочний коефіцієнт, який враховує вплив фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу [21, с. 264, т. 9]

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 1^{0,86} \cdot 0,1^{0,72} \cdot 6^1 \cdot 4}{16^{0,86} \cdot 1} \cdot 1 = 288,25 \text{ Н.}$$

Визначаємо крутний момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} \text{ Нм.} \quad (1.46)$$

$$M_{кр} = \frac{288,25 \cdot 16}{200} = 23,06 \text{ Нм}$$

Визначаємо потужність, яка витрачається на різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \text{ кВт}$$
$$N = \frac{288,25 \cdot 50,26}{1020 \cdot 60} = 0,24 \text{ кВт.}$$

Обраний режим різання перевіряємо по потужності верстата:

Обробка можлива тому $N_{рез} = 0,24 < N_{ст} = N_{дв} \cdot \eta = 11 \cdot 0,8 = 8,8$ кВт,
де $N_{ст}$ - потужність верстата;

$N_{дв}$ - потужність електродвигуна верстата;

η - к.п.д коробки передач верстата.

Визначаємо основний час роботи інструменту за формулою:

$$T_o = \frac{L}{S_{\text{мин}}} i, \quad (1.47)$$

де L - шлях інструменту в напрямку подачі в мм;

$S_{\text{мин}}$ - хвилинна подача в мм / хв;

$$L = l + y + \Delta, \quad (1.48)$$

де $l = 60$ мм-довжина обробки в мм;

y - величина врізання мм;

$$y = \sqrt{t \cdot (D - t)} = \sqrt{1 \cdot (16 - 1)} = 3,87 \text{ мм}, \quad (1.49)$$

$\Delta = 1,5$ - величина перебігу;

$$T_o = \frac{15 + 3,87 + 1,5}{400} \cdot 2 = 0,1 \text{ хв.}$$

1.4.5.3 Розробка круглошліфувальної операції 030

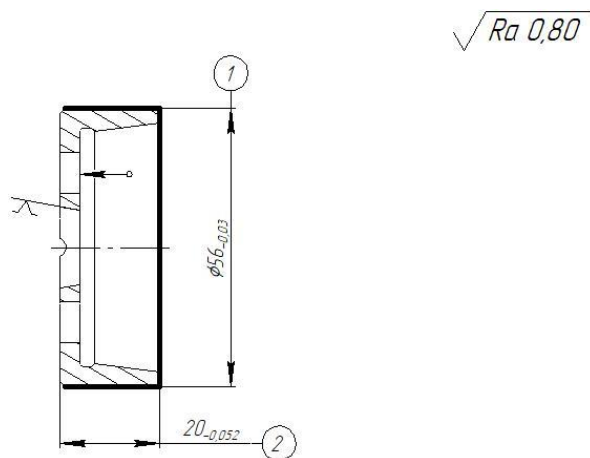


Рисунок 1.9 - Операційний ескіз до операції

Обираємо шліфувальний круг 1 600x305x40 24AF80 CM1 K8 35м/с А 1кл ГОСТ 2424-83;

Глибина шліфування $t=0,003$ мм;

$$S_{\text{пр}} = 0,5 \cdot 40 = 20 \text{ мм};$$

Призначаємо швидкість різання:

Швидкість круга $V_{кр}=30$ м/с Швидкість заготовки $V_{заг}=30$ м/хв.
Визначаємо частоту обертання абразивного інструмента:

$$n_{кр} = \frac{1000 \cdot V_{кр} \cdot 60}{\pi \cdot D_{кр}} ; \quad (1.50)$$

$$n_{кр} = \frac{1000 \cdot 30 \cdot 60}{600 \cdot 3.14} = 955.4 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо $n_{кр} = 1000$ об / хв

$$V_{кр\partial} = \frac{\pi \cdot D_{кр} \cdot n_{кр}}{60 \cdot 1000} ; \quad (1.51)$$

$$V_{Дкр} = \frac{3.14 \cdot 600 \cdot 1000}{60 \cdot 1000} = 31.4 \text{ м / с}$$

Визначаємо частоту обертання заготовки:

$$n_{заг} = \frac{1000 \cdot V_{заг}}{\pi \cdot D_{заг}} ; \quad (1.52)$$

$$n_{заг} = \frac{1000 \cdot 30}{3.14 \cdot 56,25} = 170.6 \text{ об / хв}$$

Приймаємо $n_{заг} = 170$ об / хв

$$V_{з\partial} = \frac{\pi \cdot D_{з} \cdot n_{з}}{1000} ; \quad (1.53)$$

$$V_{Дз} = \frac{3.14 \cdot 56,25 \cdot 170}{1000} = 29.89 \text{ м / хв}$$

Визначаємо потужність різання:

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot S^y \cdot d^q , \quad (1.54)$$

де d - діаметр шліфування;

S - продольна подача;

$$N = 0,3 \cdot 14,137^{0,35} \cdot 0,005^{0,4} \cdot 20^{0,4} \cdot 56,25^{0,3} = 1,011 \text{ кВт}$$

Визначаємо основний час:

$$T_o = \frac{L \cdot h}{n_{np} St} k \quad ; \quad (1.55)$$

где L=20 - длинашлифуемойдетали, мм

h=0,125 - припуск на сторону, мм

K - коэффициентточности, учитывающийвремя "выхаживания", т.е. шлифование без поперечнойподачи. При предварительномшлифовании K=1,2

$$t_o = \frac{20 \cdot 0,125}{80 \cdot 20 \cdot 0,005} \cdot 1,2 = 0,4 \text{ хв}$$

Режими різання для інших операцій розраховуємо табличним методом. Результати розрахунків наведені в таблицях 1.15, 1.16.

Таблиця 1.15 - Режими різання попередніх операцій.

Операція	Установ	Номер переходу	Глибина різання t, мм	Кількість проходів і	Подача S, мм / об	Швидкість різання V, м / хв	Частота обертання шпинделя n, об / хв	Основний час t _o , хв
010 Токарна	1	1	-	-	-	-	-	1,33
		2	1,6	1	0,2	339,29	1800	
		3	2	8	0,2	145,8	1800	
	2	4	-	-	-	-	-	
		5	0,275	1	0,08	374,73	2100	
		6	6,5	1	0,2	32,7	800	
		7	1,07	1	0,1	49,01	1200	
	3	8	-	-	-	-	-	
		9	0,5	1	0,08	349,66	2100	
		10	5	1	0,08	133,2	800	
015 Фрезерна	1	1	-	-	-	-	-	3,1
		2	4	4	0,1	25,13	1000	
		3	4	1	0,1	20,1	800	
020 Фрезерна	1	1	-	-	-	-	-	1,2
		2	1	2	0,1	50,26	1000	
		3	1,4	2	0,05	7,04	800	
		4	0,5	2	0,5	2,83	300	

Таблиця 1.16 - Режими різання шліфувальних операцій.

Операція	Установ	Номер переходу	Глибина різання t , мм	Кількість проходів i	Подача $S_{\text{поп}}$, мм / дв.хід.	Подача $S_{\text{пр}}$, мм \ хв.	Швидкість різання V , м / с	Частота обертання шпинделя n , об / хв	Основний час t_0 , хв
030 Кругло- шліф.	1	1	0,125	25	0,005	1	31, 4	1000	0,6
035 Плоско- шліф.	1	1	0,2	40	0,005	1	35	1112	0,81
040 Внутрі- шліф.	1	1	0,2	40	0,005	0,5	35	3180	0,52
045 Внутрі- шліф.	1	1	0,1	10	0,005	0,5	25	3150	0,3

1.4.6 Нормування операцій технологічного процесу

Технічні норми часу в умовах серійного виробництва визначаються розрахунково-аналітичним методом за формулою:

$$T_{\text{шт}} = (T_o + T_{\text{в}}) * \left(1 + \frac{a_{\text{обс}} + a_{\text{отд}}}{100} \right), \text{ хв} \quad (1.56)$$

де T_o - основне машинний час;

$T_{\text{в}}$ - допоміжний час;

$T_{\text{п.з}}$ - час на наладку і настройку верстата;

$a_{\text{обс}}$ - час на обслуговування робочого місця,%;

$a_{\text{отд}}$ - час на відпочинок і особисті потреби.

Допоміжний час визначається за формулою:

$$T_{\text{в}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{пер}} + T_{\text{изм}}, \quad (1.57)$$

де $T_{\text{уст}}$ - час на установку, закріплення деталі;

$T_{\text{пер}}$ - час, пов'язане з переходами;

$T_{\text{изм}}$ - час, пов'язане з вимірами.

Норма штучно-калькуляційного часу визначається за формулою:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п.з.}}}{n}, \text{ хв} \quad (1.58)$$

де n - партія деталей

$T_{\text{п.з}}$ - підготовчо-заклучний час

Норми часу по операціях зводимо в таблицю 1.17:

Таблиця 1.17 - Норми часу по операціях

№ опер.	Найменування операції	T_o , хв	$T_{всп}$, хв	$T_{шт}$, хв	$T_{шт.к}$, хв
005	Заготівельна	-	-	-	-
010	Токарна з ЧПУ	1,33	1,15	2,73	2,82
015	Фрезерна з ЧПУ	3,1	1,75	5,34	5,44
020	Фрезерна з ЧПУ	1,2	1,75	3,25	3,35
025	Термічна	-	-	-	-
030	Круглошліфувальна	0,6	2,25	3,14	3,26
035	Плоскошліфувальна	0,81	2,25	3,37	3,5
040	Внутрішньошліфувальна	0,52	2,25	3,05	3,17
045	Внутрішньошліфувальна	0,3	2,25	2,81	2,93
050	Гравірувальна	-	-	-	-
055	Слюсарна	-	-	-	-
065	Контрольна	-	-	-	-

1.9 Розробка технологічних операцій на високопродуктивних верстатах з ЧПК.

1.9.1 Розробка токарної операції

Першим кроком розробки токарної операції є заповнення полів режимів обробки деталі згідно розрахунків режимів різання токарної операції (див. п 1.2.6). Рис. 3.1.

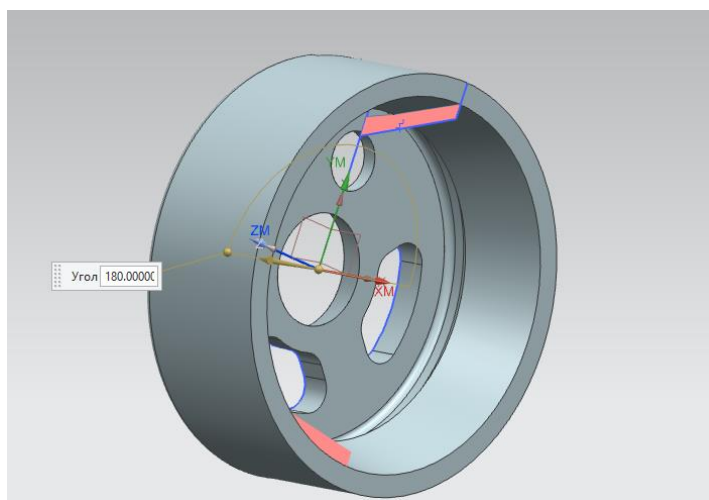


Рисунок 3.1 – 3D модель деталі, підготовка до розрахунків

Далі демонструємо траєкторію та положення інструменту. Рис 3.2

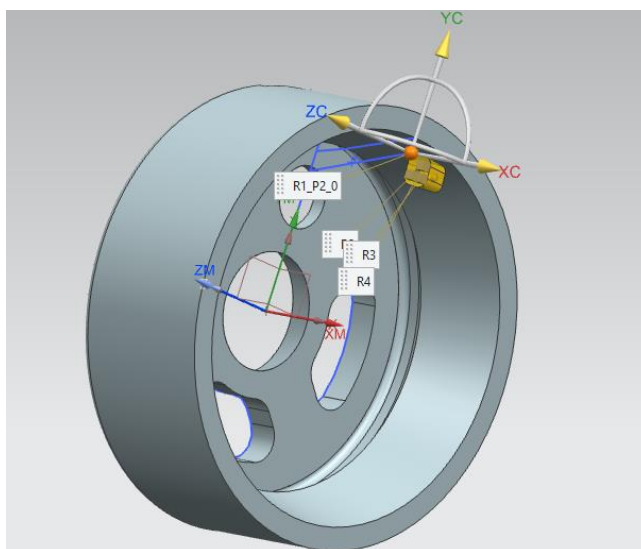


Рисунок 3.2 – Демонстрація траєкторії та положення інструменту

Після цього демонструємо безпосередньо обробку деталі. Рис 3.3.

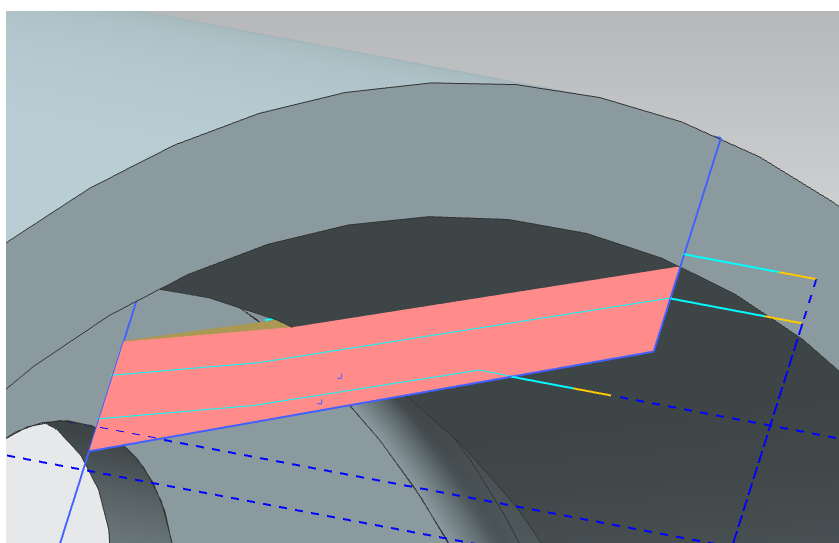


Рисунок 3.3 – Умовне позначення знімаємого шару

Останнім кроком розробки технологічних операцій є постпроцесування операції. Частина програми токарної операції зображена на рис 3.4.

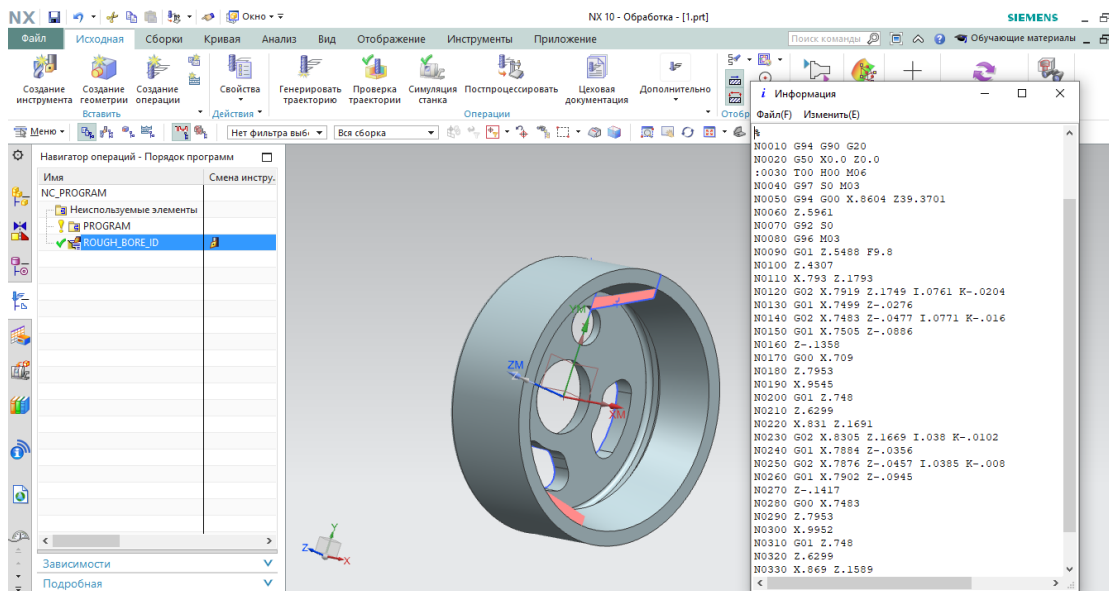


Рисунок 3.4 – Постпроцесування фрезерної операції.

1.9.2 Розробка свердлильної операції

Початковим кроком розробки свердлильної операції є заповнення полів режимів обробки деталі згідно розрахунків режимів різання свердлильної операції (див. п 1.2.6). Рис. 3.5

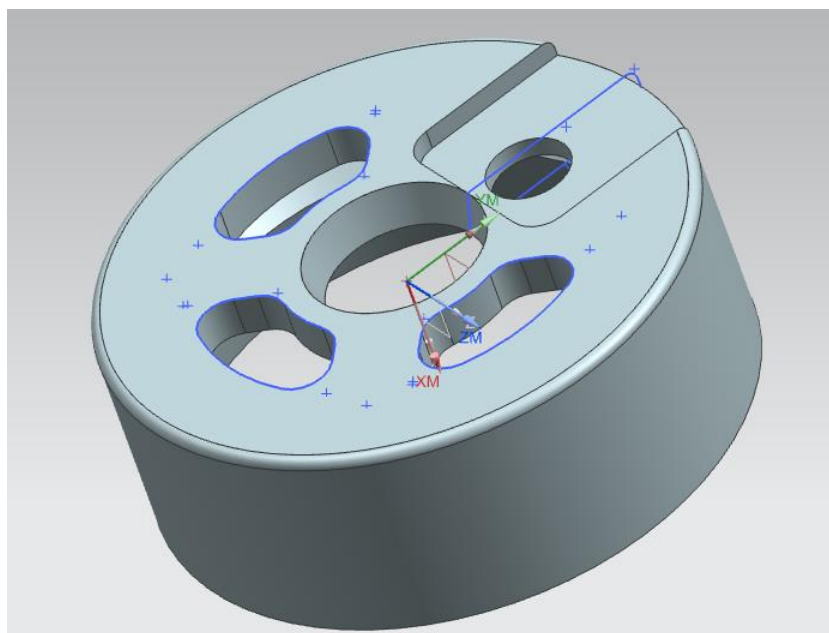


Рисунок 3.5 – 3D модель деталі, підготовка до розрахунків

Потім демонструємо траєкторію та положення інструменту. Рис 3.6.

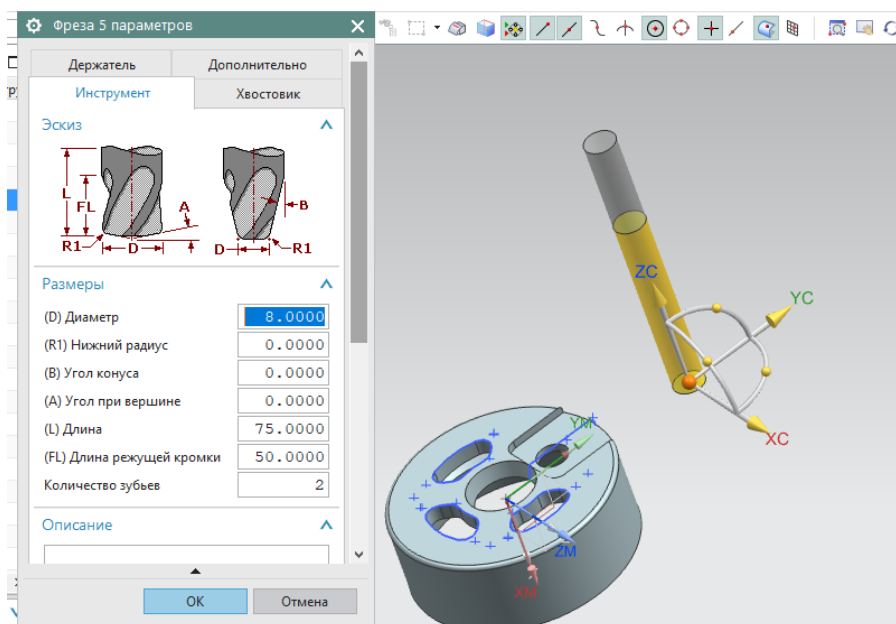


Рисунок 3.6 – Демонстрація траєкторії та положення інструменту

Далі демонструємо безпосередньо обробку деталі. Рис 3.7.

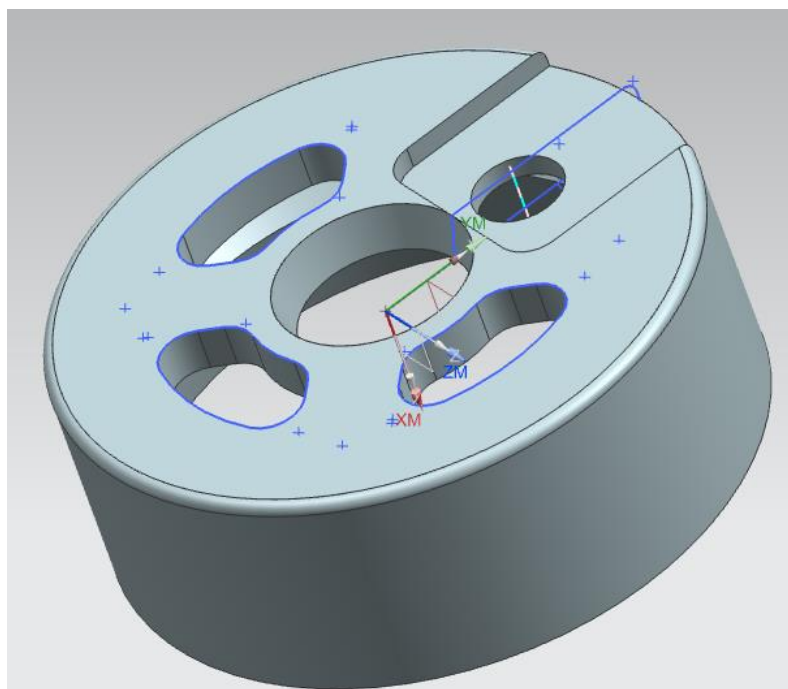


Рисунок 3.7 – Елемент траєкторії свердла

Останім етапом розробки технологічних операцій є постпроцесування операції. Частина програми свердлильної операції зображена на рис 3.8.

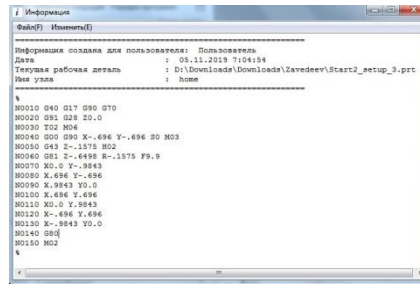


Рисунок 3.8 – Постпроцесування свердлильної операції

1.9.3 Розробка фрезерної операції

Стартовим кроком розробки фрезерної операції є заповнення полів режимів обробки деталі згідно розрахунків режимів різання фрезерної операції (див. п 1.2.6). Рис. 3.9.

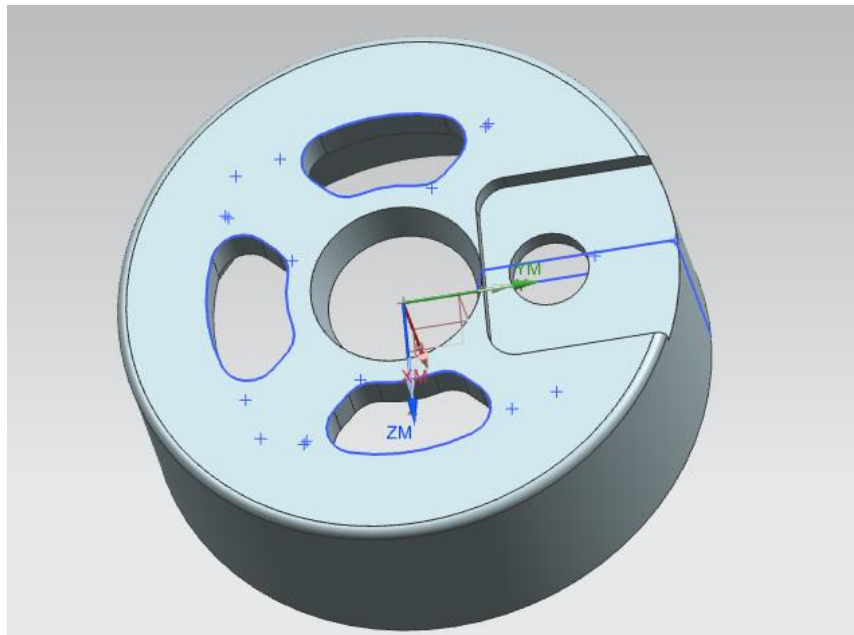


Рисунок 3.9 – 3D модель деталі, підготовка до розрахунків

Далі демонструємо траєкторію та положення інструменту. Рис 3.10.

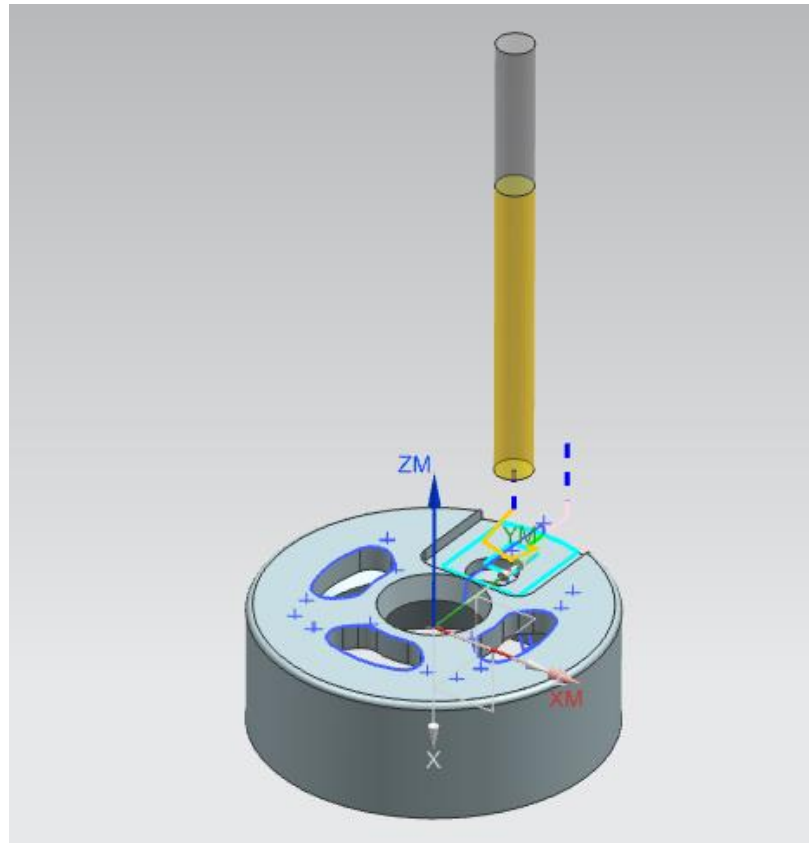


Рисунок 3.10 – Демонстрація траєкторії та положення інструменту

Після цього зображуємо безпосередньо обробку деталі. Рис 3.11.

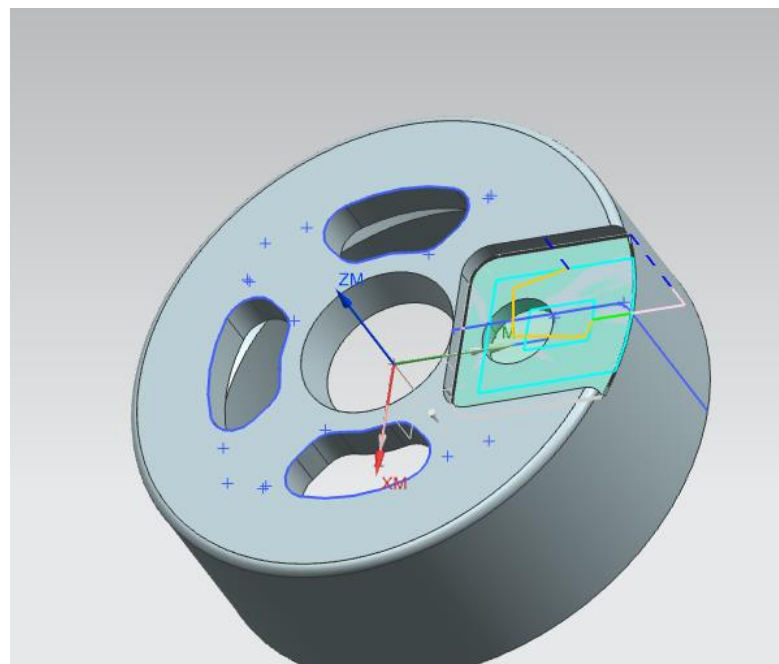


Рисунок 3.11 – Демонстрація обробки деталі

Фінішним кроком розробки технологічних операцій є постпроцесування операції. Частина програми токарної операції зображена на рис 3.12.

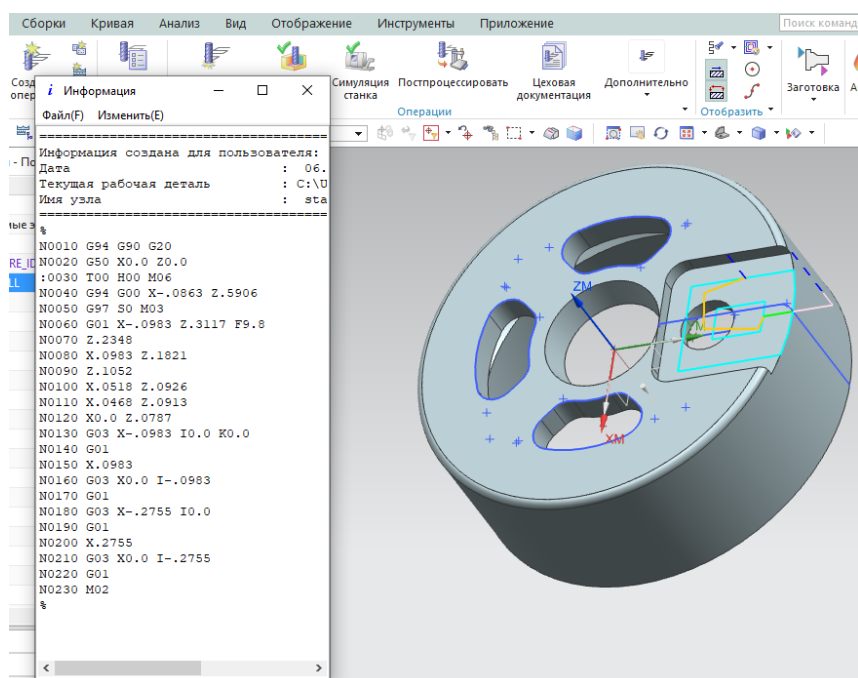


Рисунок 3.12 – Постпроцесування фрезерної операції

2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Конструювання робочого пристосування

2.1.1 Призначення та принцип роботи пристосування

Зконструйоване в рамках даного проекту робоче пристосування – лещата для закріплення деталі «Кришка» на фрезерній операції. Дане пристосування використовується на операції 015 Фрезерній з ЧПУ для забезпечення можливості фрезерування на торцевій поверхні деталі трьох концентричних наскрізних пазів шириною 8мм а також паза 20x20 мм.

Застосування цього пристосування має ряд переваг:

- забезпечення необхідної точності виконання пазів;
- скорочення витрат часу на виконання операції;
- спрощення налаштування обладнання для операції.

Ескіз пристосування представлений на малюнку 2.1.

Опис конструкції і принципу роботи пристосування:

Пристосування для виконання фрезерної операції складається з корпусу (1), виконаного у формі нерухомої призми, із закріпленими на нійзмінними пластинами (16).Заготовка торцом встановлюється на опору (8). Затиск деталі в пристосуванні здійснюється рухомою призмою (2), яка переміщується важилем (5) з кулісою (11). Куліса переміщується відштока (12) закріпленого в поршні (13)гідроциліндра– гільзи (20).

На верстаті пристосування встановлюється на столі і закріплюється за допомогою гвинтів в Т-подібних пазах.

Спроектване пристосування є переналагоджуваним, іпри необхідності може бутинастроєно на закріплення деталей іншого діаметра. Налаштування проводиться за допомогою гвинта (6).

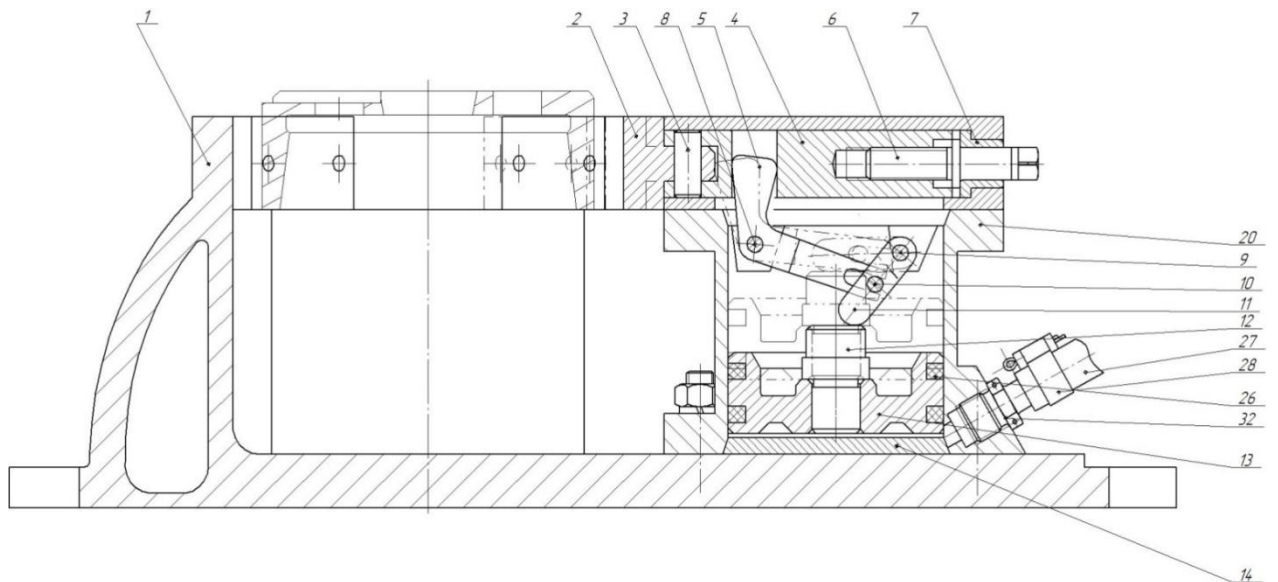


Рисунок 2.1 - Пристосування для фрезерної операції

Для даної деталі базування здійснюється по зовнішньому діаметру Ø56 мм з упором в торець.

Виходячи з службового призначення деталі, при обробці необхідно виконати наступні вимоги: забезпечити точність розмірів пазів і розташування їх по колу обробки відносно як зовнішніх, так і внутрішніх поверхонь деталі в заданому технологією допуску.

Схема базування для даної деталі представлена на рисунку 2.2.

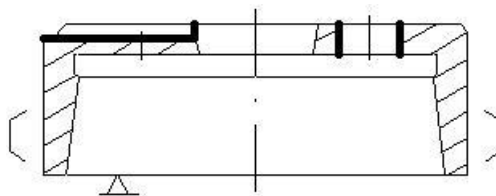


Рисунок 2.2 - Схема базування

2.1.2. Розрахунок зусилля затиску пристосування

На заготовку, закріплену в пристосуванні, діє момент різання $M_{\text{різ}}$. Заготовка утримується від проворота моментом тертя між призмами.

Зусилля рівноваги:

$$K \cdot M_{\text{рез}} - 3 \cdot Q \cdot f_1 \cdot R_1 = 0 , \quad (2.1)$$

звідки

$$Q = \frac{K \cdot M_{\text{рез}}}{3 \cdot f_1 \cdot R_1} \quad (2.2).$$

Так як радіальна сила P_y велика і заготовка опирається в торець, необхідна додаткова сила тертя, яка буде перешкоджати осьовому зсуву заготовки:

Визначаємо силу закріплення за формулою:

$$Q = \frac{K \cdot M_{рез}}{3 \cdot f_1 \cdot R_1} + \frac{K \cdot P_x}{3 \cdot f_1}, \quad (2.3)$$

де f_1 - коефіцієнт тертя в місцях контакту заготовки з затискними механізмами;

$M_{рез}$ - момент різання;

$$M_{рез} = P_z \cdot R_2 = 596 \times 0,4 = 238,4 \text{ Нм} \quad (2.3)$$

R_1 - відстань від осі до прихватів;

R_2 - відстань від місця прикладання сили до осі;

P_z - сила різання, що робить вплив на $M_{різ}$, Н;

P_y - радіальна складова сили, Н;

K - коефіцієнт запасу, який враховує нестабільність силових впливів на заготівлю.

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6. \quad (2.4)$$

Коефіцієнти вибираємо по [1, т. 64,65; с. 152-153]:

K_0 - гарантований коефіцієнт запасу, $K_0 = 1,5$;

K_1 - коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання через випадкових нерівностей на оброблюваних поверхнях заготовок, $K_1 = 1$;

K_2 - коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання внаслідок затуплення різального інструменту, $K_2 = 1,6$;

K_3 - коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання при переривчастому різанні, $K_3 = 1$;

K_4 - коефіцієнт, що характеризує сталість сили, що розвивається затискним механізмом, $K_4 = 1,2$;

K_5 - коефіцієнт, що характеризує ергономіку немеханізованого затискного механізму, $K_5 = 1$;

K_6 - коефіцієнт, що враховується тільки при наявності моментів, що прагнуть повернути заготівлю, встановлену плоскою поверхнею, $K_6 = 1$.

$$K = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,6 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 2,88$$

Таким чином, силау закріплення розраховуємо за формулою (2.3):

$$Q = \frac{2,88 \cdot 238,4}{3 \cdot 0,15 \cdot 0,446} + \frac{2,88 \cdot 178,8}{3 \cdot 0,15} = 4565,3H$$

2.1.3. Оцінка очікуваної точності проектного пристосування

Щоб визначити точність пристосування для витримується на операції розміру, необхідно підсумувати всі складові похибки, що впливають на точність цього розміру. Для розрахунку точності виготовлення пристосування користуються рівнянням:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = T - k_T \cdot \sqrt{(k_1 \cdot \varepsilon_\delta)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{уст}}^2 + \varepsilon_{\text{изн}}^2 + \varepsilon_n^2 + (k_2 \cdot \omega)^2}, \quad (2.5)$$

де T - допуск на відповідний розмір розташування оброблюваних поверхонь заготовки, заданий за кресленням, $T = 0.52$ мм;

ε_δ - похибка базування заготовки в пристосуванні. В даному випадку $\varepsilon_\delta = 0$ мм;

ε_3 - похибка, що виникає в результаті деформації заготовки і пристосування при закріпленні, $\varepsilon_3 = 0$ мм;

$\varepsilon_{\text{уст}}$ - похибка установки пристосування на верстаті, $\varepsilon_{\text{уст}} = 0$ мм;

ε_n - похибка установки і зміщення ріжучого і допоміжного інструменту на верстаті, що викликається неточністю виготовлення напрямних інструментів пристосування, $\varepsilon_n = 0$ мм;

ε_u - похибка, що виникає в результаті зносу деталей пристосування, $\varepsilon_u = 0,01$ мм;

k_T - коефіцієнт, що враховує можливе відступ від нормального розподілу окремих складових, $k_T = 1$;

k_{T1} - коефіцієнт, що приймається до уваги у випадках, коли похибка базування не дорівнює 0, $k_{T1} = 0,85$;

k_{T2} - коефіцієнт частки похибки обробки пов'язаний з неточністю обладнання, $k_{T2} = 0,4$;

ω - значення похибки обробки виходячи з економічної точності для даного методу, $\omega = 0,01$ мм.

Таким чином, похибку встановлення розраховуємо за формулою (2.5):

$$\varepsilon_{\text{пр}} = 0,052 - 1 \cdot \sqrt{(0,85 \cdot 0)^2 + 0 + 0 + 0,01^2 + 0 + (0,4 \cdot 0,01)^2} = 0,041 \text{ мм.}$$

2.2 Конструювання контрольного пристосування

2.2.1 Опис конструкції і принципу роботи пристосування

Детально вивчивши конструкцію деталі «Кришка» було спроектовано контрольне пристосування для перевірки співвісності двох конічних поверхонь деталі. Ескіз пристосування зображений на рис. 2.3.

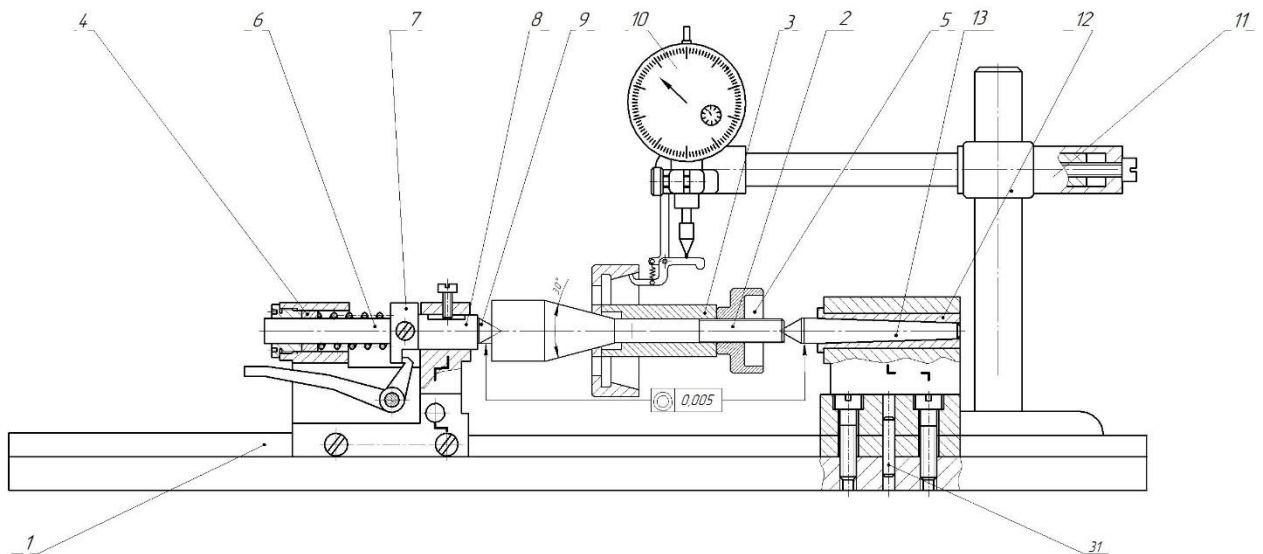


Рисунок 2.3 – Ескіз пристосування для співвісності

Розроблене пристосування для контролю співвісності двох конічних поверхонь деталі «Кришка» складається з плити 1, на якій встановлені корпуса із центрами 9 та 13. Також на плиті розміщена вимірювальна стійка зі штативом 11. На штативі закріплюється тримач із індикатором годинникового типу і щупом для контролю внутрішніх поверхонь.

Контрольована деталь центральним конічним отвором встановлюється на оправку 2 і гайкою 5 через піджимну втулку 3

піджимається для вибору зазору між конусом оправки і посадочним отвором деталі, що виключає похибки від переміщення деталі по отвору – похибка встановлення.

Щуп для контролю внутрішніх поверхонь притискається до контрольованої поверхні деталі з попереднім натягом, шкалу індикатора виставляють на «нуль». Деталь обертається навколо осі оправки вручну.

При необхідності вимірювання в іншому місці по конусу, щуп переміщується вздовж поверхні деталі. Після закінчення вимірювань деталь знімається з роликів.

Відхилення від співвісності поверхонь конусів контрольованої деталі визначають як найбільшу алгебраїчну різницю показників індикатора.

2.2.2 Вибір засобу вимірювання

Вибір засобу вимірювання починається з визначення оптимальних метро-логічних, експлуатаційних і надійностних характеристик, якими має володіти засіб вимірювання (ЗВ).

Визначаємо допустиму похибку засобу вимірювання (інструментальну по-хибку) за формулою

$$[\delta_{инстр}] = 0,7 \cdot [\varepsilon_{изм}], \quad (2.6)$$

$$[\delta_{инстр}] = 0,7 \cdot 9 = 6,3 \text{ мкм}$$

Ціна поділки визначається в залежності від величини допустимої інструментальної похибки ЗВ. Приймаємо $\Delta = 4 \text{ мкм}$.

Вимірювальне зусилля P_{oc} обумовлюється характером контрольованих поверхонь при вимірюванні, жорсткістю контрольованої поверхні, величиною допуску вимірюваного параметра. Оскільки обмеження на його величину відсутні, приймаємо допустиме коливання вимірювального зусилля величиною $\Delta P_{yc} = 1 \text{ Н}$.

Основним показником надійності ЗВ є напрацювання до першої відмови при ймовірності безвідмовної роботи P . Відповідно до ГОСТ 23642-79 обговоримо кількість циклів вимірювань, що забезпечують задану кількість контрольних операцій.

$$t(P) = 2 \cdot 50000 = 100000$$

Ймовірністю безвідмовної роботи задамося, виходячи з можливостей вимірювальних засобів, що випускаються інструментальної галуззю машинобудування.

Після того, як стали відомі допустимі значення по метрологічним, експлуатаційним і надійносним показниками, можемо приступити до пошуку ЗВ. Прийнятним вважається ЗВ, значення характеристик якого знаходяться в такому співвідношенні з допустимими:

$$\Delta \leq [\Delta]; P_{yc} \leq [P_{yc}]; \Delta P \leq [\Delta P]; t(P) \geq [t(P)]; P \geq [P]; U \geq [U]$$

Пошук здійснюємо в таблицях технічних характеристик для важеля зубчастих вимірювальних головок. Найбільш підходящим за показниками є Індикатор (типу годинного ІГ (клас 0)), ескіз якого представлений на рисунку 2.4. Даний індикатор має наступні параметри [3]:

$$\Delta = 0004 \text{ мм}; P_{yc} = 1,5 \text{ Н}; \Delta P = 0,4 \text{ Н}; t(P) = +500000.$$

Індикатор годинникового типу зображений на рисунку 2.4

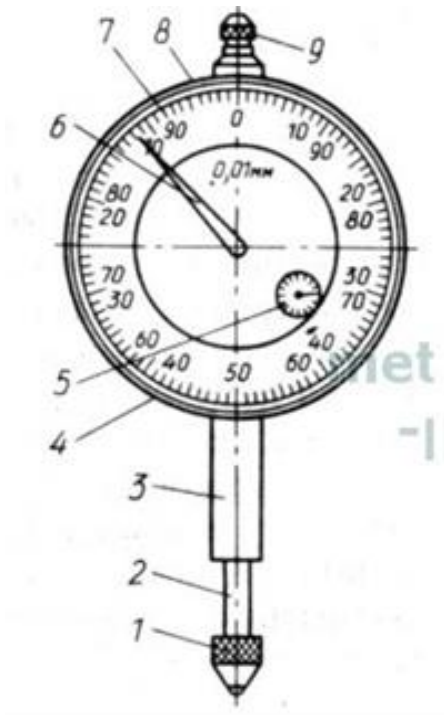


Рисунок 2.4 – Індикатор годинникового типу

Зіставивши ці значення з допустимими (розрахунковими), приходимо до висновку, що задані умови точності, надійності і економічності дотримуються.

$$\Delta_{\text{ин}}=0,004\text{мм}<[\Delta_{\text{ин}}]=0,04\text{мм}$$

$$P_{\text{yc}}=1,5\text{Н}<[P_{\text{yc}}]=5\text{Н}$$

$$\Delta P=0,4\text{Н}<[\Delta P]=1\text{Н}$$

$$t(P)=500000>[t(P)]=100000$$

$$P=0,9>[P]=0,85$$

Інші ЗВ мають меншу надійність, тому для розроблюваного КВП найбільш доцільнішим є вищевказаний індикатор.

2.2.3 Розрахунок допустимої сумарної похибки вимірювань

Визначаємо допустиму сумарну похибку вимірювань за формулою:

$$\Delta_{\text{вим.}} = \frac{1}{k} \cdot \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2 + \Delta_6^2 + \Delta_7^2 + \Delta_8^2}, \quad (2.7)$$

де k – коефіцієнт відносного розсіювання; [7].

Δ_1 – похибка базування і закріплення;

Δ_2 – частина похибки установки і зносу опорних елементів пристосування;

Δ_3 – частина похибки конструкції пристосування;

Δ_4 – похибка, яка залежить від ціни поділу індикатора годинникового типу;

Δ_5 – похибка настройки пристосування за еталоном;

Δ_6 – похибка від контактних деформацій;

Δ_7 – похибка від температурних деформацій.

Δ_8 – співвісність центрів, мм.

Визначаємо частину похибки установки і зносу опорних елементів пристосування за формулою (мм):

$$\Delta_2 = 0,5 \cdot a \quad (2.8)$$

де a - відхилення обробленої поверхні.

Виконуємо розрахунки за формулою (2.8):

$$\Delta_2 = 0,5 \cdot 0,02 = 0,01 \text{ мм.}$$

Визначаємо частину похибки конструкції пристосування за формулою (мм):

$$\Delta_3 = (0,07 \dots 0,1) \cdot a \quad (2.9)$$

Виконуємо розрахунки за формулою (2.9):

$$\Delta_3 = 0,085 \cdot 0,02 = 0,0017 \text{ мм.}$$

Визначаємо похибку від контактних деформацій за формулою (мм):

$$\Delta_6 = 0,43 \cdot k \cdot \sqrt[3]{\frac{P^2}{r}}, \quad (2.10)$$

де k – коефіцієнт, який залежить від матеріалу вимірювального наконечника;
 r – радіус вершини наконечника, мм;

Виконуємо розрахунки за формулою (2.10):

$$\Delta_6 = 0,43 \cdot 0,81 \cdot \sqrt[3]{\frac{1,5^2}{5}} = 0,27 \text{ мм.}$$

Визначаємо похибку від контактних деформацій за формулою (мм):

$$\Delta_7 = l \cdot \alpha \cdot (t_1^o - t_2^o), \quad (2.11)$$

де α – коефіцієнт лінійного розширення матеріалів вимірювального об'єкта і вимірювального засобу;

l – довжина щупа, який здійснює контакт з деталлю;

t_1, t_2 – температури вимірюваного об'єкта і наконечника.

Виконуємо розрахунки за формулою (2.11):

$$\Delta_7 = 10 \cdot 13,4 \cdot 10^{-6} \cdot (25 - 20) = 0,00067 \text{ мм.}$$

Виконуємо розрахунки за формулою (2.7):

$$\Delta_{\text{вим.}} = \frac{1}{0,85} \cdot \sqrt{0^2 + 0,01^2 + 0,0017^2 + 0,001^2 + 0^2 + 0,00027^2 + 0,00067^2 + 0,005^2} = 0,00012 \text{ мм}$$

$$\Delta_{\text{вим.}} = 0,00012 \leq [\Delta_{\text{вим.}}] = 0,0007$$

Отже, порівнявши фактичну сумарну похибку з допустимою робимо висновок, що умова придатності виконується, пристосування можна використовувати для даної контрольної операції.

3 АВТОМАТИЗАЦІЯ. УЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ І БРИКЕТУВАННЯ МЕТАЛЕВОЇ СТРУЖКИ В АВТОМАТИЗОВАНИХ ВИРОБНИЦТВАХ

3.1 Основні характеристики та особливості видів стружки

Пропонуються сучасні методи переробки та брикетування металевої стружки в автоматизованих виробництвах. Розглянуто основні види обладнання, схема побудови технологічної лінії переробки стружки, виявлено ключові моменти, пов'язані з управлінням процесами стружкообразовання, стружкодробління, очищення стружки від мастильно-охолоджувальної рідини та брикетування.

У процесі виробничої діяльності машинобудівних підприємств утворюється велика кількість різноманітних відходів, багато з яких є цінною вторинною сировиною. Розв'язання задачі ресурсозбереження вимагає включення відходів в технологічний цикл підприємства, дозволяє збільшити рентабельність виробництва, знизити екологічне навантаження на навколишнє середовище, що актуально в умовах виснаження запасів природних ресурсів, особливо металів і сплавів, які широко використовуються в машинобудуванні. Цінним видом відходів є металева стружка, що утворюється при механообробці у великих обсягах. На заводі середньої величини її кількість може становити близько 18-20 тис. т в рік.

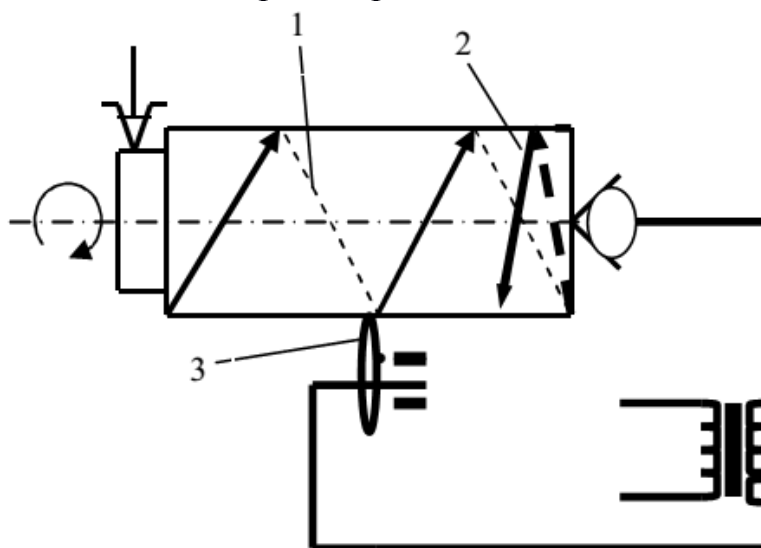
Ефективна утилізація металевої стружки, що утворюється при механічній обробці, представляє для машинобудівних підприємств серйозну проблему. Зазвичай стружка забруднена все можливими домішками: мастильно-охолоджувальної рідини (МОР), маслом, вологою, кварцовим піском, шламом, сміттям, що ускладнює проблему її переробки на місці освіти. При зберіганні стружка інтенсивно іржавіє і злежується, у великих обсягах відбуваються термічні процеси, пов'язані з окисленням та само розігріву стружки, випаровуванням СОЖ і забрудненням атмосфери. Загальна забрудненість стружки Мор, вологою, маслом і піском становить 10-15 %, що знижує її металургійну цінність. Разом з тим, в стружці містяться елементи Si, Cr, Ni, Cu, V, Ti, Mo, B, що робить її привабливою для переплаву.

Можливість прямого використання в ливарному виробництві підприємств відходів у вигляді металевої стружки обмежена наявністю забруднень, сипучого стану, що утрудняє доставку і завантаження стружки в плавильні агрегати, а також внаслідок великого чаду під час плавки. Найбільш ефективний комплексний підхід до вирішення означеної проблеми полягає, по-перше, в цілеспрямованому формуванні властивостей утворюється стружки в умовах автоматизованого виробництва, організації роздільного збору стружки з різних металів і, по-друге, обладнанні механічних виробництв технологічними лініями переробки та брикетування стружки. Перше завдання пов'язане з проблемою надійного дроблення і видалення стружки із зони різання, що має велике значення при використанні твердосплавних різців, особливо при обробці пластичних матеріалів. Нагріта

до високих температур стружка у вигляді безперервної стрічки може намотуватися на заготівлю і різець, псувати оброблювану поверхню і являє собою серйозну небезпеку для верстатників. Особливу актуальність завдання управління процесом стружкодробління набуває при обробці виробів на автоматичних верстатах, верстатах з ЧПУ і використання маніпуляторів. Для отримання транспортабельної форми стружки у вигляді окремих шматочків, сегментів, кілець, коротких завитків або суцільний пружини застосовують спеціальні способи стружкозавивання і стружколомання. Зазвичай для цього на передній поверхні різця на шляху сходять стружки створюють спеціальні перешкоди у вигляді лунок, канавок, сферичних виступів або заглиблень уздовж ріжучої кромки, а також накладних нерегульованих уступів і регульованих стружколомів. В автоматизованому виробництві застосовують також кінематичний спосіб дроблення стружки, що полягає у використанні примусових коливань різця в напрямку подачі. При цьому товщина стружки змінюється, стружка розпадається на окремі шматочки. Цей метод дещо знижує стійкість інструменту і вимагає застосування спеціальних пристроїв, вбудованих у механізм подачі верстата, що ускладнює його конструкцію.

До найбільш ефективних методів, що дозволяє надійно керувати процесом дроблення зливної стружки при чистовому і напівчистовій обробці, відносяться методи попереднього локального термічного впливу (ЛТВ), криогенного впливу (ЛКВ) і пластичного впливу (ЛПВ), здійснювані на зовнішній поверхні зрізаного шару [1, 2]. Особливістю процесу точіння заготовок після застосування попереднього ЛТВ є періодична зміна умов різання в зонах термічного впливу порівняно з вихідним матеріалом.

Схема практичної реалізації методу нанесення локальної метастабільності на оброблюваний матеріал термічним способом впливу представлена на рис.1.



1 - слід локального впливу; 2 - слід площини різання; 3 - пристрій локального впливу.

Рисунок 3.1 Схема термічного нанесення локальної метастабільності на оброблюваний матеріал

Створювана на оброблюваній поверхні заготовки по спеціально заданій траєкторії локальна метастабільність в області передбачуваного припуску зрізаного матеріалу з глибиною і шириною впливу h_m , b_m призводить до локальних змін структури матеріалу і утворення пружно-дисипативних властивостей, відмінних від основного матеріалу [3, 4].

При використанні методу попереднього ЛКВ ріжуча кромка інструменту в площині різання перетинається з зоною локального кріогенного впливу, яка, перебуваючи в метастабільному стані порівняно з основним металом, створює миттєве зміна напружено-деформованого стану з наступним відділенням відрізків стружки від оброблюваного матеріалу. Розглянуті методи забезпечують можливість автоматизації та управління процесом стружко дроблення при механічній лезовій обробці на верстатах-автоматах і верстатах з ЧПУ в широкому діапазоні матеріалів і режимів різання.

Розвиток автоматизованих виробництв в машинобудуванні вимагає вирішення завдання автоматизації відведення та прибирання стружки, що утворюється при обробці на металорізальних верстатах. Відомі способи транспортування стружки за допомогою стрічкових, гвинтових, скребкових, вібраційних та інших конвеєрів. До їх недоліків відносяться неможливість відведення стружки безпосередньо з зони різання і мала ефективність при транспортуванні зливної стружки.

Для кожного виду металевої стружки необхідно визначити найбільш раціональний склад обладнання технологічної лінії системи переробки та брикетування. До складу обладнання входять: дробарка для подрібнення довгої кручений стружки в дрібну, центрифуга (сепаратор) для відділення залишків Мор, брикетувальний прес. До додаткових блоків відносяться: накопичувачі і транспортери, вібросито сепаратор кінцевих відходів, магнітний сепаратор (для відділення сталевих стружки від кольорових), спеціальний скіповий підйомник, фільтри СОЖ, повітряні фільтри.

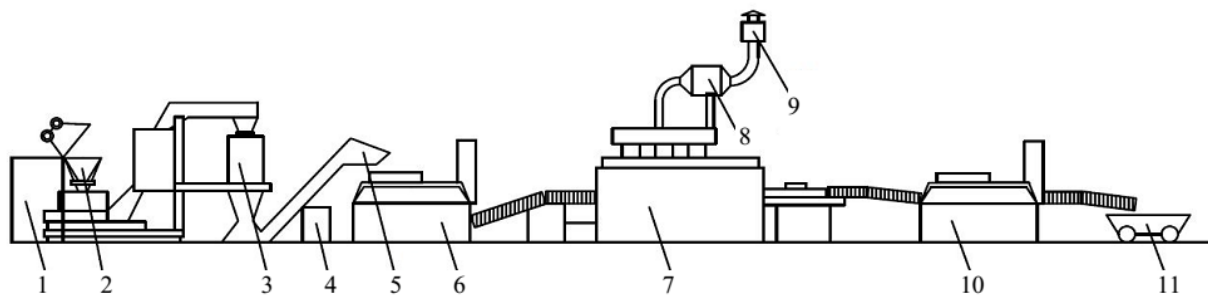
При реалізації способу гарячого брикетування потрібні печі для випалу стружки –газові, електричні або індукційні. Для подрібнення зливний кручений стружки до сипучого стану застосовуються різні види стружко дробарок: ножові, роторні, молоткові та ін, що володіють різними властивостями. Так, Молоткові дробарки при високій продуктивності чутливі до засміченості вихідної стружки різними твердими і кінцевими відходами металообробки. При роботі одновалкових стружко дробарок можливі аварійні зупинки через забивання стружкою зазору між сіткою і ротором з його подальшим заклинюванням. Багатовалкові дробарки мають швидкий знос ріжучих крайок, вимагають частої і досить трудомісткої перезаточки ножів. Перспективним є застосування стружко дробарок, в яких подрібнення стружки відбувається за рахунок тертя витків один об одного, без різання або ударів. Таке дроблення дозволяє розривати щільні грудки довгою зливний кручений стружки, вимагає мінімум енергії при невеликому зносі робочих частин і високої аварійної стійкості за рахунок автоматичного відділення великих предметів. Для відділення залишків Мор від стружки

застосовуються різні сепаратори. Технологічні в роботі центрифуги HD з горизонтальним розташуванням барабана, що забезпечують велике відцентрове прискорення ($n_{вр} = 740-1440$ хв-1) і високу ступінь сепарації, в яких МОР відводиться через клиновий ґратчастий екран. При початковій вологості стружки 10-15 % залишкова становить 1-2 %. Горизонтальна композиція полегшує обслуговування, система електронного пуску і регулювання частоти обертання дозволяє оптимізувати енергоспоживання.

3.2 Завершальною операцією переробки стружки є брикетування

Економічний ефект тут визначається зменшенням при пресуванні на порядок контактної поверхні стружки, підвищенням щільності брикетів, що дозволяє їм швидко занурюватися в розплавлений метал, багаторазово знижуючи окислення і чад під час плавки в порівнянні з використанням сипучої стружки. Крім цього, за рахунок зменшення займаного брикетами обсягу (5-10 % від вихідного в сипучій стружці) істотно знижуються витрати на тимчасове зберігання і транспортування.

Відомі різні способи брикетування стружки: із застосуванням в'язучих матеріалів; електробрикетирование; безперервне брикетування в холодному стані; методом контактного зварювання; методом ковальської зварки. Для брикетування технологічним є застосування компактних гідравлічних пресів, що дозволяють отримати необхідні продуктивність, зусилля пресування і ступінь стиснення брикетів. Як приклад на рис.2 показана схема автоматичної лінії гарячого брикетування металеві стружки.



1 - навантажувач стружки; 2 - дробарка; 3 - сепаратор; 4 - фільтр; 5 - транспортер; 6, 10 - преси; 7 - газова піч; 8 - теплообмінник; 9 - фільтр; 11 - вивантаження брикетів.

Рисунок 3.2 Автоматична лінія гарячого брикетування металеві стружки

Робочий процес лінії складається з таких операцій: завантаження сталеві стружки в накопичувальний бункер подрібнювача; дроблення стружки в більш дрібну фракцію розміром 3-5 см; вивантаження стружки на транспортер; подача в центрифугу. Потім через проміжний накопичувальний бункер очищена від СОЖ стружка транспортером подається в накопичувальний бункер преса, виконує перше холодне брикетування. Брикети збираються в

бункері транспортуючого конвеєра і потім направляються в конвеєрну піч для відпалу при температурі 900 С. Тут видаляються залишки СОЖ, потім гарячі брикети направляються в бункер преса для виконання завершального етапу гарячого пресування. Готові брикети скидаються в накопичувальний бункер. Обладнання управляється від інтегрованої системи автоматичного управління. Продуктивність лінії складає 100-2000 кг/год; щільність брикетів сталевोї або чавунної стружки 6,3-6,5 кг/дм³; залишкова вологість брикетів 0%. Забезпечуються вимоги екології-фільтрація відпрацьованих газів і сепарированной рідини. Термін окупності капіталовкладень близько 0,5-1,5 року. Подальші дослідження необхідно вести за такими основними напрямками: розробка економічних способів стружко дроблення, методів сепарації СОЖ, дослідження фізико-механічних процесів при брикетуванні стружки і пошук можливості зниження енергоспоживання на різних етапах технологічного циклу.

3.3 Брикетувальні преси серії МР

Брикетувальні преси мають надійну і компактну конструкцію. Немає необхідності в дорогому монтажі, так як брикетувальні преси поставляються готовими для приєднання і можуть бути встановлені без якого-небудь спеціального фундаменту. Потужний гідравлічний привід створює зусилля пресування достатнє для отримання якісних брикетів.

Завдяки установці брикетувального обладнання безпосередньо у металорізальних верстатів і зменшення обсягів стружки значно знижуються витрати на обробку і транспортування. Брикетування зменшує обсяг, займаний стружкою до 10-15 разів. Якщо для транспортування і зберігання пресованої і намоченої мастильно-охолоджуючої рідиною стружки потрібна велика кількість контейнерів, то для сухих брикетів потрібен тільки один.

Найважливішою причиною високої ефективності застосування брикетування є знижений угар при переробці стружки. При брикетуванні знижується контактна поверхня стружки, що зменшує її чад під час плавлення в кілька разів.

Переваги брикетування стружки:

- Підвищення вартості брикетованої стружки
- Зниження обсягу стружки, і як наслідок зменшення витрат на обробку і транспортування
- Зниження залишкової вологості брикетованої стружки
- Витяг мастильно-охолоджувальної рідини з стружки
- Знижений угар брикетів при переплавці

Залежно від потреби брикетувальні преси можуть поставлятися як індивідуальним блоком, так у складі комплексної лінії переробки і брикетування металеві стружки. В лінію можуть входити: стружкодробилка, центрифуга, брикетувальник і транспортери.

Основні особливості та переваги брикетувальних пресів серії МР

- Компактні і потужні установки
- Повністю автоматичне дозування стружки
- Високий тиск і зусилля пресування
- Постійна висока якість брикетів
- Можлива переробка різних матеріалів (в тому числі і неметалевих)
- Вбудований шафа управління
- Можливе об'єднання в лінію з подрібнювачем стружки і пристроєм для відділення великих включень
- Піддон для збору масла
- Швидкий запуск
- Низький рівень шуму
- Короткий період окупності

Серія МР брикетувальних пресів для брикетування металевої стружки складається з трьох моделей: прес МР150, прес МР400 та прес МР800.

Брикетувальний прес моделі МР150 застосовується для брикетування невеликих обсягів металевої стружки. В залежності від виду стружки (щільності і консистенції матеріалу) продуктивність брикетувальники становить від 50 до 100 кг/год.

Брикетувальний прес моделі МР400 застосовується для брикетування металевої стружки з продуктивністю від 100 до 400 кг/год залежно від виду стружки (щільності і консистенції матеріалу).

Брикетувальний прес моделі МР800 застосовується для брикетування великих обсягів металевої стружки. В залежності від виду стружки (щільності і консистенції матеріалу) продуктивність брикетувальники становить від 300 до 1000 кг/год. Потужна двомоторна гідростанція створює підвищене зусилля пресування і дозволяє отримувати брикети більшої щільності.

Таблиця 3.1 Технічні характеристики

Модель	Діаметр брикета, мм	Продуктивність, кг/час	Зусилля пресування, кг/см ²	Потужність гідросистеми, кВт	Повна потужність кВт	Маса, кг
МР 150	60	50-100	1000-1250	7,5	8,5	1100
МР 400	70	100-400	1500-1800	9,3	10	1400
МР 800	80	300-1000	1800-2300	2 x 15	36,5	3800

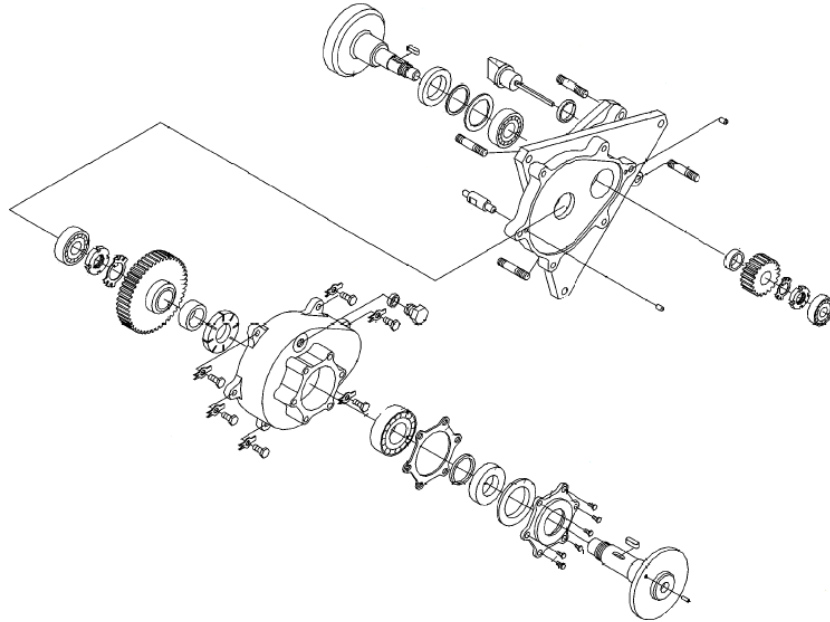
Отже, зменшення витрат на обробку і транспортування стружки. Подрібнення і брикетування стружки зменшують займаний нею обсяг 10 - 15 разів. Це призводить до того, що на порядок менше потрібно заводський оборотної тари, вона займає менше виробничого і складського місця, спрощується процес і скорочується час завантаження стружки у вагони і вантажівки для подальшого транспортування на металургійні заводи, знижується простій вагонів, наповнення вагона відповідає його вантажопідйомності (тобто по залізниці не перевозиться повітря за високим тарифом). Перевалка подрібненої стружки, яка в порівнянні з кручений є сипучим матеріалом, піддається простій механізації.

Виходячи з вище вказаних переваг застосування брикетування стружки пропонується використання при проектуванні технологічного процесу обробки деталі «Кришка».

4 РОЗРАХУНОК ДЕТАЛІ НА МІЦНІСТЬ.

4.1 Визначення напружено-деформованого стану деталі.

Кришка - деталь фрези, призначена для нижньої частини фрези, у яку вставлені корпуси зубів деталі.



Розрахуємо напружено-деформований стан поверхонь деталі по першому варіанту.

Згідно умов роботи деталі у вузлі визначаємо напружено-деформований стан деталі «Кришка». Першим кроком в здійсненні розрахунку на міцність є розбивання деталі на сітку кінцевих елементів. Рис. 4.2.

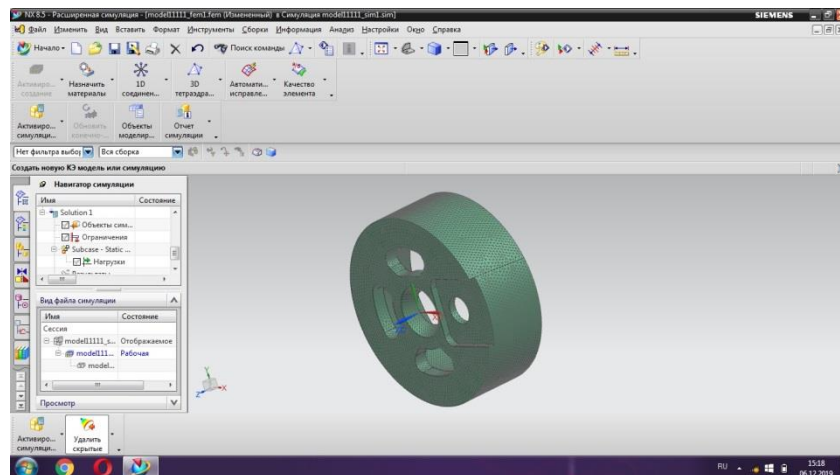


Рисунок 4.2 – Розбивання деталі на сітку кінцевих елементів

Закріплення деталі відбувається у місці знаходження гвинта закріплення за допомогою команди «Ограничение закрепления». Рис. 4.3.

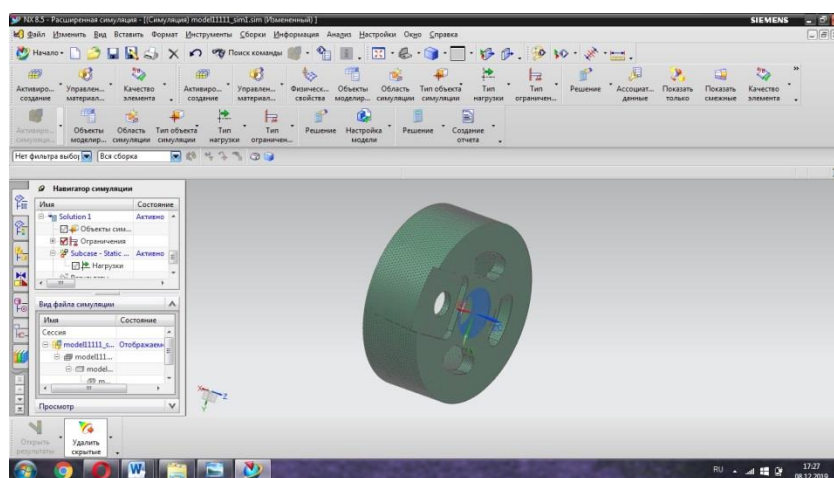


Рисунок 4.3 – Схема закріплення деталі «Кришка»

До місця знаходження пазів для встановлення зубів прикладаємо навантаження $10 \text{ Н}\cdot\text{м}$ крутного моменту. Рис. 4.4.

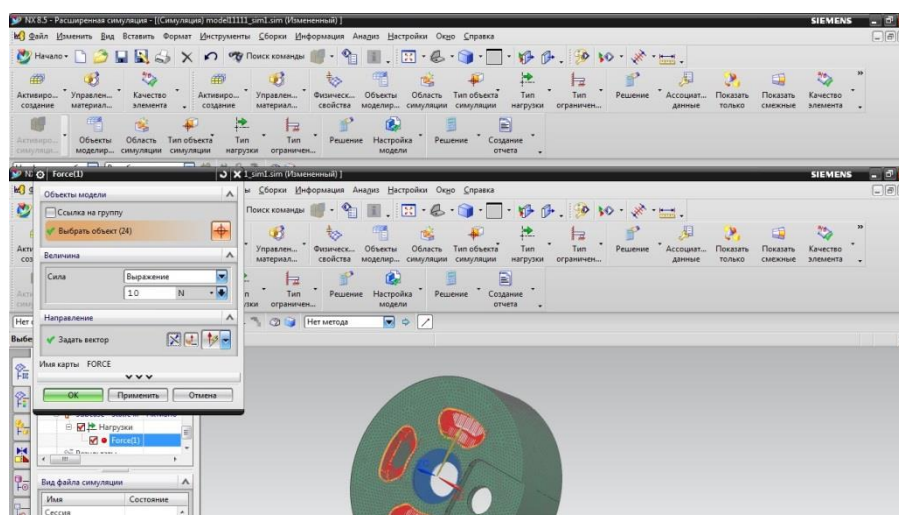


Рисунок 4.4 – Схема навантаження деталі «Кришка»

Загальний вид навантаження та закріплення деталі «Кришка» відображений на рис. 4.5.

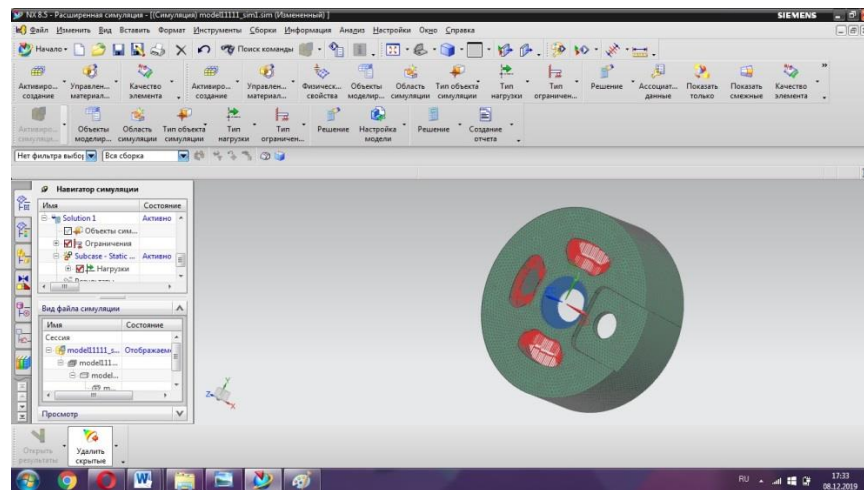


Рисунок 4.5 – Загальний вид навантаження та закріплення деталі «Вал»

Результат розрахунку деталі «Кришка» зображений на рис. 4.6.

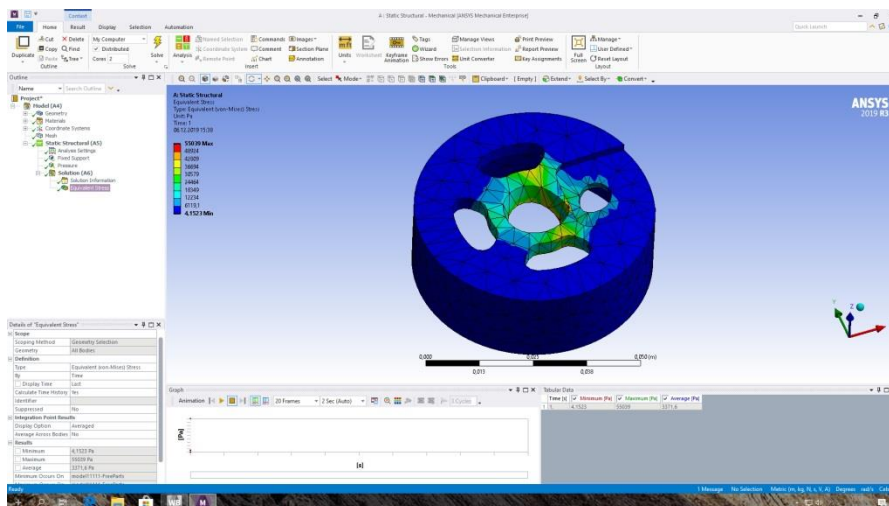


Рисунок 4.6 – Результат розрахунку

5 СПЕЦІАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ФРЕЗИ

5.1 Опис конструкції фрези з регулюванням радіального биття різальних зубців

Для дослідження впливу змінного кроку зуба фрези на пригнічення рівня автоколивань дуже важливу роль відіграє конструкція інструменту. Існуючі конструкції, на які отримані патенти [5], [6], мають ряд недоліків, що обмежують можливості досліджень. Серед них і використання всього двох різальних зубів.

Відомі конструкції фрез, які містять нерівномірний окружний крок різальних зубів та які мають різнонахилені ріжучі кромки зубів [3].

Прототипом вибрана конструкція фрези з регульованим окружним кроком різальних зубів [4], яка містить корпус, нерухому і рухому частину, кришку, спеціальний гвинт, корпус зуба і різальні зуби, при цьому зуби розташовані з нерівномірним окружним кроком. Корпус складається з нерухомої та рухомої частин. Рухома частина виконана у формі конуса, а нерухома у вигляді кришки, яка одягається на рухому за конусом. Знизу до кришки приєднані корпуси зубів, різальних зубів 4, круглої форми, один з яких встановлюють у гніздо в нерухому частину, а інші в рухому частину кришки, до упору через мірні вставки, та закріплюють стопорними гвинтами.

Аналогом вибрана конструкція фрези з регульованим окружним кроком різальних зубів [5], яка містить хвостовик, корпус і різальні зуби, при цьому зуби розташовані з нерівномірним окружним кроком. Корпус складається з нерухомої та рухомої частин. Рухома частина виконана у формі конуса та закріплена гайкою через шайбу та додатково стопорними гвинтами в нерухомій частині. Різальних зубів 2 або 3, квадратної форми, один з яких встановлюють у гніздо в рухому, а інші в нерухому частину корпусу, до упору через мірні вставки, та закріплюють стопорними гвинтами.

Недоліком даної конструкції є те, що неможливо здійснювати змінення куту нахилу різальних кромки зубів.

У основу розробки нової конструкції фрези поставлена задача створення такої конструкції, яка дозволить здійснювати регулювання: окружного кроку різальних зубів, кута нахилу різальної кромки кожного зуба окремо та величини радіального биття зубів, з підвищеною вібростійкістю, надійністю та підвищеним строком використання.

Поставлена задача вирішується тим, що у фрезі, що містить корпус, нерухому та рухому частину, корпус і різальні зуби, кут нахилу різальних

кромки зубів регулюється, різальні зуби розташовані з нерівномірним окружним кроком, згідно з корисною моделлю, корпус складається з нерухомої та рухомої частин, рухома частина виконана у формі конуса, а нерухома у вигляді кришки, яка одягається на рухому за конусом, та закріплена гайкою через шайбу та додатково стопорними гвинтами в нерухомій та рухомій частинах по одному різальному зубу, круглої форми. Зуб що знаходиться у рухомій частині дає можливість регулювання величини радіального биття різальних зубів, це здійснюється за рахунок того, що у рухомій частині корпусу зуба знаходиться спеціальний гвинт, вісь якого перпендикулярна до осі різального зуба, яким можливо впливати на величину вильоту різального зуба, зуб який розміщується у нерухомій частині корпусу зуба, встановлюється у гніздо до упору через мірні вставки, положення різальних зубів в корпусі зуба фіксується за допомогою стопорних гвинтів.

Саме встановлення чотирьох різальних зубів які будуть забезпечувати можливість регулювання зміни окружного кроку. Зуб круглої форми, один з яких встановлюється у нерухома, а інші у рухомі частини кришки, в рухомій частині корпусу знаходиться спеціальний гвинт, вісь якого перпендикулярна до осі різального зуба, яким можливо впливати на величину вильоту різального зуба, зуб який розміщується у нерухомій частині корпусу, встановлюється у гніздо до упору через мірні вставки, положення різальних зубів в корпусі фіксується стопорними гвинтами, дозволяє регулювати: окружний крок різальних зубів, кут нахилу різальної кромки кожного зуба окремо та величину радіального биття зубів, що у свою чергу, підвищує вібростійкість, надійність та подовжує строк використання фрези в цілому.

Таким чином, нові якості у взаємодії з відомими забезпечують виявлення нових технічних властивостей шляхом конструкційних удосконалень розроблена фреза із змінюваним окружним кроком різальних зубів, кутом нахилу різальної кромки кожного зуба окремо та величиною радіального биття зубів, з підвищеною вібростійкістю, надійністю та підвищеним строком використання.

Конструкція розробленої фрези показана на рисунку 5.1

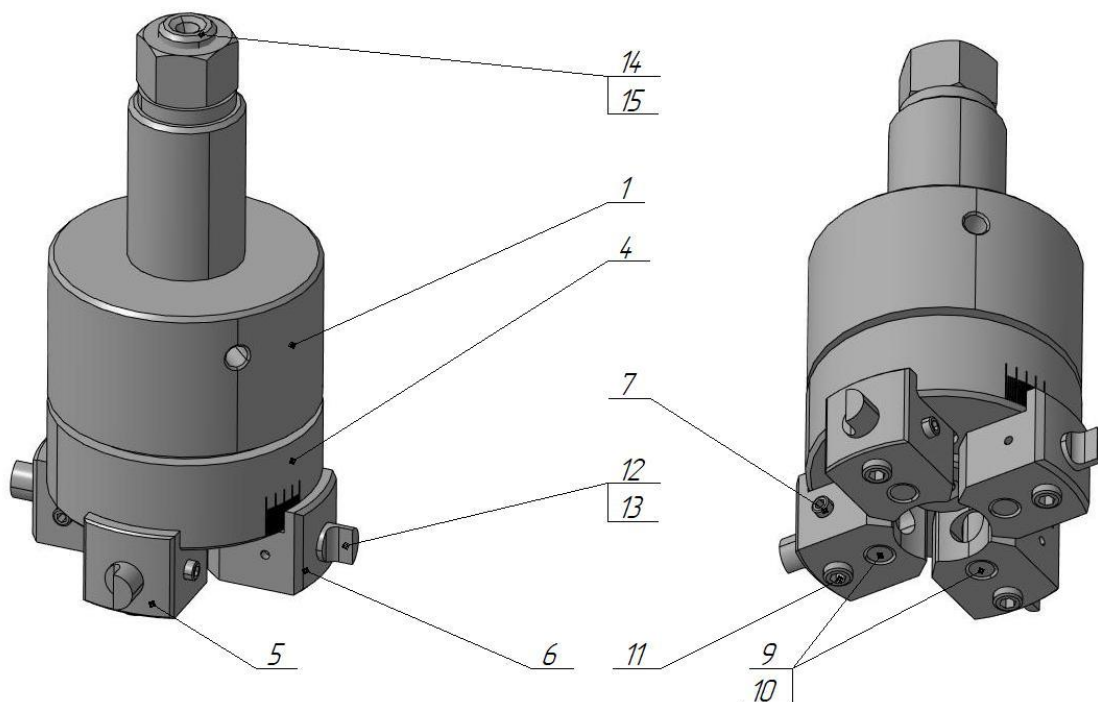


Рисунок 5.1 – Розроблена 3-D модель фрези

На рисунку зображена фреза, що складається з корпусу 1, який містить нерухому 2 і рухому частину 3, кришку 4, яка одягається на корпус за конусом, корпусу зуба рухомого 5 та не рухомого 6, спеціальний гвинт 7, гайка 8, шайба 9, гвинти 10, стопорні гвинти 11 (для фіксації положення зубів), ріжучі зуби 12, мірні вставки 13, гвинт 14 (для фіксації положення кришки), гайка 15.

Запропонована конструкція фрези працює таким чином. Рухома частина 3 одягається на нерухому частину 2 за конусом, та закріплюється гвинтом 14 через шайбу 15, встановлюється в кришку 4, корпус зуба рухомий 5 та корпус зуба не рухомий 6 у спеціальний паз, які закріпленні гвинтом 10 через шайбу 9. У ці корпуси зубів встановлюються різальні зуби 12 та закріплюються гвинтом 11. Для регулювання величини радіального биття зубів у корпусах зубів рухомої та не рухомої частині розміщується спеціальний гвинт 7, вісь якого перпендикулярна осі зуба. По мірі зносу різальних зубів для збереження діаметра фрези після переточування мірну вставку 13 замінюють.

Таким чином, розроблена конструкція фрези у порівнянні з аналогами дозволяє здійснювати регулювання: окружного кроку різальних зубів у широкому діапазоні, кута нахилу різальної кромки кожного зуба окремо та

величину радіального биття зубів, підвищити вібростійкість, надійність та подовжити строк використання фрези.

5.2 Розробка пристосування для настройки окружного кроку зубців фрези та радіального биття ріжучих кромek

Аналізуючи способи закріплення деталей при токарній обробці, було визначено, що для найбільш технологічного закріплення деталі кришка слід розглянути два основних способи: використання оправки з Гідроласт і пристосування для закріплення на конічній оправці з механічним закріпленням. Оправка з Гідроласт дозволить закріпити деталь по внутрішній конічній поверхні, розподіливши зусилля затиску по всій поверхні контакту деталі з оправкою в радіальному напрямку, що дозволить центрувати деталь. Використання пристосування для закріплення на конічній оправці з механічним закріпленням матиме більші габарити елементів кріплення, які заважатимуть виконати налагодження зубців і проконтролювати радіальне биття за одну установку деталі.

Конструкція даного пристосування представлена на рисунку 2.2.

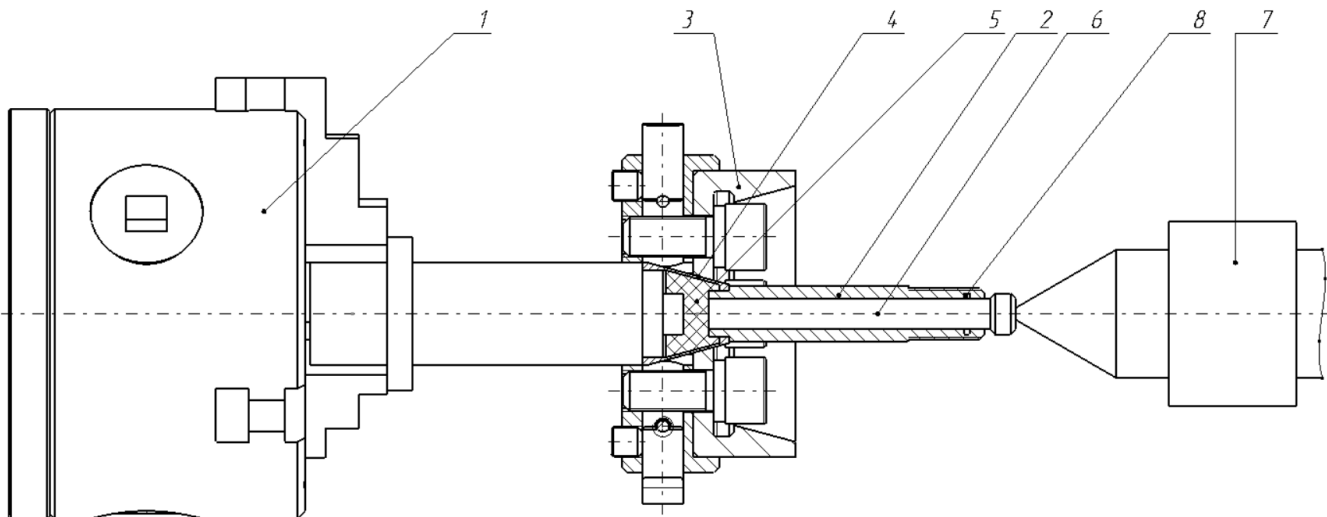


Рисунок 5.2 - Конструкція оправки з використанням Гідроласт стосовно деталі «Кришка»

Дане пристосування працює наступним чином. У порожнину (поз. 5) через отвір під плунжер (поз. 6) заливається гідропластмаса, попередньо розігріта до температури 120-150 °С. Охолюється і дає усадку. При необхідності додається певна кількість. Далі встановлюється плунжер, причому зазор між отвором вала (поз. 2) і плунжером повинен бути порядку 0,1-0,3 мм. Деякі види наповнювачів можуть просочуватися в зазор. Для запобігання цьому використовують прокладки (поз. 8). Після цього оправку встановлюють в патрон (поз. 1) і базують на ній оброблювану чи контрольовану деталь (поз. 3). Плунжер піджимається заднім центром (поз. 7) з деяким розрахунковим зусиллям, стискаючи Гідропласт в робочій порожнині. Так як тиск в рідині передається в кожен точку однаково, то під дією сили на плунжері Гідропласт почне розтискати робочу порожнину. Пружна втулка (поз. 4) стане розтискатись і закріпить оброблювану деталь. Також замість Гідропласт можуть використовуватися масла.

При проектуванні даного пристосування розглядалися наступні види Гідропласт (таблиця 1) [4]:

Таблиця 5.1 - Характеристики Гідропласт різних марок

Властивості і склад Гідропласт марки:	СМ	ДМ	МАТИ-1-4
Поліхлорвінілова смола марки М, %	20	10	20
Дибутілфталат (пластифікатор)	78	88	59
Стеарат кальцію (стабілізатор)	2	2	1
Вакуумне масло	-	-	20
Температура плавлення, ° С	140-150	120-130	150-160

Дані види Гідропласт не просочуються в зазор 0,1 - 0,3 мм при тисках доходять до $3 \cdot 10^7$ Па. Як заміну Гідропласт можна застосовувати різні види масел, але до них необхідно підбирати надійні ущільнення. Масло має більш текучу і рідку структуру. Аналізуючи різні види Гідропласт, була обрана марка ДМ, як універсальний Гідропласт з найменшою температурою плавлення, що прискорить процес розігріву і охолодження, а також збереже пружні властивості втулки і міцність з'єднання втулка-корпус.

Як матеріал втулки в типових конструкціях оправок даного типу використовуються леговані сталі. Їх межа пружності $5 \cdot 10^8 - 7 \cdot 10^8$ Па і модуль пружності $2 \cdot 10^{11}$ Па дають втулці невеликий хід від 0,015 до 0,25 мм. В даному випадку такий матеріал втулки не дозволить здійснити разжатие на 3 мм на діаметр. Як матеріал втулки розглядалися різні види металів і гуми (таблиця 2) [6], [7], [8]; (Таблиця 3).

При підборі матеріалу втулки основний упор був на робочу температуру, в відповідність з обраним Гідроласт 130 °С, разтискання більш ніж на 3 мм на діаметр, оборотність розтягування. Розглянуті метали не задовольняють двом останнім умовам, тому після вивчення властивостей гум в якості матеріалу пружної втулки була обрана термо хімічно стійка гума.

Таблиця 5.2 - Властивості металів

Властивості металів:	Легована сталь	Алюміній	Свинець
Модуль пружності, Па	$2 \cdot 10^{11}$	$0,7 \cdot 10^{11}$	$0,18 \cdot 10^{11}$
Межа плинності, Па	$5 \cdot 10^8 - 8 \cdot 10^8$	$0,4 \cdot 10^8 - 4 \cdot 10^8$	$0,7 \cdot 10^8 - 0,8 \cdot 10^8$
Компенсується розмір, мм	0,2	0,72	0,35

Таблиця 5.3 - Властивості гум

Властивості гум:	Термостійкі	Термо хім. стійкі	Загального призначення
Робоча температура, ° С	250	250	80-130
Відносне подовження, %	360	200-400	500-530
Залишкове подовження, %	4	-	12-20
Деформація об'ємного розтягнення до 500%			

Матеріал плунжера і вала – сталь 45, як найбільш затребувана марка сировини.

Після визначення необхідних матеріалів були розглянуті способи закріплення пружної втулки на валу (таблиця 5).

Таблиця 5.4 - Способи закріплення втулки на валу

	Міцність склеювання Па, при температурі, Т °С	
Клейове з'єднання	$1,9 \cdot 10^7 - 0,4 \cdot 10^7$	20 - 200
Ебонітова прошарок	$0,8 \cdot 10^7 - 0,1 \cdot 10^7$	20 - 110
Латунний прошарок	$0,6 \cdot 10^7 - 0,4 \cdot 10^7$	0 - 150

У сучасному машинобудівному комплексі постійно виникає необхідність в складанні виробів, виконаних з різнорідних матеріалів.

Номенклатура способів досить обширна. Для досягнення адгезії необхідно досягти потрібної хімічної і міжмолекулярної взаємодії. У даній роботі були розглянуті найбільш вживані способи з'єднання гуми з металами. Використання ебоніту в якості зв'язки засноване на здатності каучуку зв'язуватися з металом за допомогою вмісту сірки, якої на ебоніт припадає близько 32%. При використанні ебонітовою прошарку, до закріпленого на металевому виробі ебонітом клеїться і накочується гумова суміш, після чого виріб йде на вулканізацію. Тривалість вулканізації, нестійкість до вібрацій і ударів, низька температуростійкість робить даний спосіб низькотехнологічним. Використання латунного прошарку, одержуваного електроосадженням на металі, знайшло поширення через здатність гумової суміші міцно кріпитися до поверхні латуні. З'єднання металу з гумою за допомогою латунного прошарку буде більш міцним, теплотривким, вібростійким, ніж при використанні ебоніту, однак цей спосіб підходить для деталей невеликого розміру. При виборі способів закріплення за допомогою прошарків необхідно приділити особливу увагу технологічній підготовці виробництва, зважаючи на необхідність використання спеціального обладнання та складності процесу. Слід зазначити, що при використанні клейового з'єднання на деталі щосполучаються може не надаватися будь-якого впливу високих температур, які необхідні при використанні прошарків з ебоніту і латуні. Сам же технологічний процес, що зводиться до очищення поверхонь деталей, відбувається значно простіше і дешевше.

Найбільш міцні з'єднання на даний момент отримують шляхом склеювання. В якості клею був обраний ВС-10Т згідно ГОСТ 22345-77, застосовуваний для склеювання металів і неметалів, який зберігає високі експлуатаційні властивості при підвищеній робочій температурі.

Таким чином, в роботі була обгрунтована конструкція даного пристосування. Важливо відзначити, що вибір матеріалів пружної втулки відбувався за такої умови, що необхідно було компенсувати зазор між оправкою і деталлю. Використання в якості матеріалу термо хімічно стійкої гуми уможливить компенсувати даний зазор. Використання пристосування даного типу значно спростить закріплення деталей як при механічній обробці, так і при їх контролі.

Конструкція спеціальної фрези передбачає можливість зміни і регулювання окружного кроку ріжучих елементів, але встановлення величин кутів необхідно виконувати перед збіркою фрези. Тому для виконання настройки робочої частини фрези спроектовано спеціальне пристосування. Загальний вигляд пристосування представлений на рисунку 5.3.

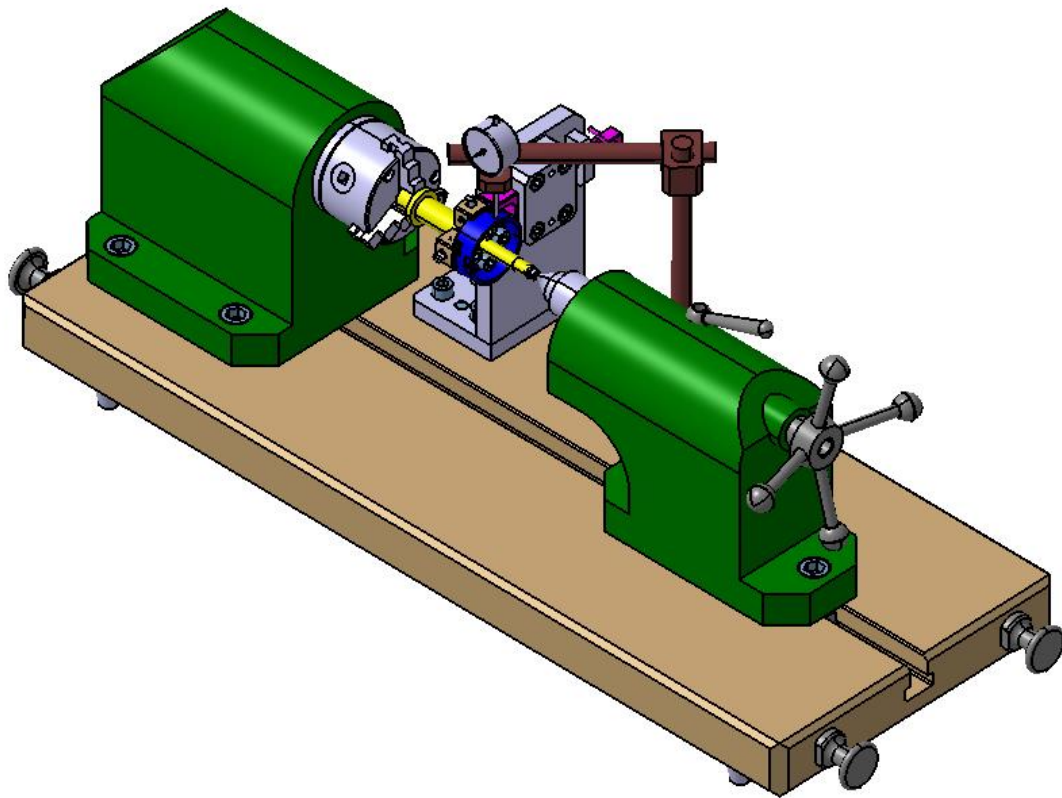


Рисунок 5.3 – Загальний вигляд пристосування для наладки фрези

Пристосування працює наступним чином:

Кришка фрези із попередньо закріпленими на ній ріжучими елементами встановлюється центральним конічним отвором на оправку. Оправка затискається між центрами передньої і задньої бабок.

Нерухомий зуб фрези фіксується в горизонтальному положенні П-подібним фіксатором з гвинтом, який встановлений в стійці пристосування. Для встановлення необхідного положення рухомих зубців фрези необхідно відпустити затискні гвинти і повернути рухомі елементи в необхідні положення, після чого затиснути гвинти, фіксуючи їх положення.

Для контролю або регулювання радіального биття зубців фрези необхідно відпустити потайні гвинти, які їх затискають. Проверяючи

навколо своєї осі регулюючі гвинти, можливо змінити радіальне положення зубців в корпусах ріжучих елементів, чим і відрегулювати биття зубців. Фіксація положення зубців забезпечується затисканням потайних гвинтів.

Після настройки положення ріжучих елементів на кришці, її можна зняти з оправки, надягнути на корпус фрези і затиснути центральним гвинтом.

Розроблене пристосування забезпечує необхідну точність настройки параметрів ріжучих елементів фрези.

6 ОЦІНКА ОЧІКУВАНОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБКИ АБО ЗАХОДІВ

Для розрахунку економічної частини запропоновано виконати порівняння з двох варіантів токарних операцій: 1 – фрезерна обробка на верстаті 6Р13 та 2 – фрезерна обробка на верстаті 6520Ф3 з ЧПУ вибираємо найбільш ефективний з точки зору собівартості. Ескіз обробки показано на рис. 6.1

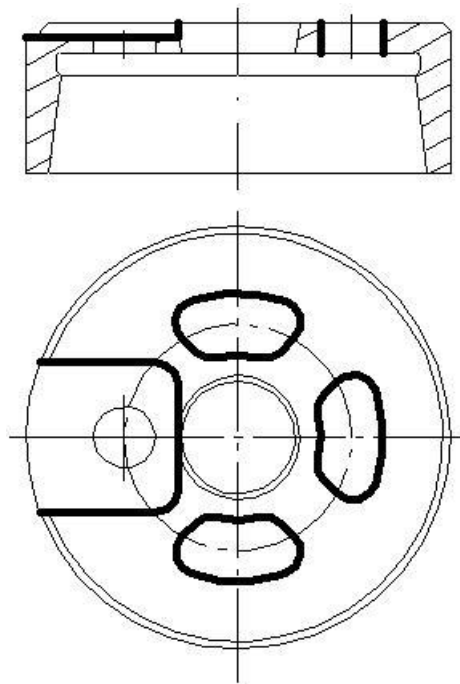


Рисунок 6.1 - Ескіз фрезерної обробки

Визначаємо такт випуску за формулою, хв:

$$\tau = \frac{F_a \cdot 60}{N}, \quad (6.1)$$

де F_a – дійсний річний фонд роботи обладнання, год [25, с. 92];
 N – програма випуску, шт.

Виконуємо розрахунки за формулою (6.1)

$$\tau = \frac{4015 \cdot 60}{100} = 2,409 \text{ хв.}$$

Розраховуємо кількість верстатів для фрезерної обробки (1) та фрезерної обробки ЧПК (2) за формулою, шт:

$$n_{\rho} = \frac{t_{um-\kappa}}{\tau}, \quad (6.2)$$

де $t_{um-\kappa}$ – штучно-калькуляційний час операції, хв.

Виконуємо розрахунки за формулою (6.2):

$$n_{\rho 1} = \frac{2,45}{2,409} = 0,001 \text{ шт.}$$

$$n_{\rho 2} = \frac{3,25}{2,409} = 0,0013 \text{ шт.}$$

Розраховуємо заробітну плату робочих за формулою, коп/хв.:

$$З_p = З_T \cdot K_n, \quad (6.3)$$

де $З_T$ – тарифна хвилинна заробітна плата робочого (прийнятого у проєкті розряду) з урахуванням начислень діючих на базовому підприємстві.[25, т. 2.18, с. 94];

K_n – коефіцієнт перевиконання норми [25, с. 93].

Виконуємо розрахунки за формулою (6.3)

$$З_{p1} = 1,414 \cdot 1,2 = 1,697 \text{ коп / хв.}$$

$$З_{p2} = 0,912 \cdot 1,2 = 1,09 \text{ коп / хв.}$$

Розраховуємо заробітну плату наладчиків за формулою, коп/хв.:

$$З_n = З_T \cdot K_n, \quad (6.4)$$

де $З_T$ – тарифна хвилинна заробітна плата наладчика (прийнятого у проєкті розряду) з урахуванням начислень діючих на базовому підприємстві. [25, т. 2.18, с. 94]

K_n – коефіцієнт перевиконання норми [25, с. 93].

Виконуємо розрахунки за формулою (6.4):

$$Z_{н1} = 1,414 \cdot 1,2 = 1,697 \text{ коп/ хв.}$$

$$Z_{н2} = 1,414 \cdot 1,2 = 1,697 \text{ коп/ хв.}$$

Розрахуємо норму витрат на електроенергію за формулою, коп/год:

$$E = \frac{П \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot C_e}{60}, \quad (6.5)$$

де $П$ – потужність верстата, кВт

K_1 – коефіцієнт, що враховує використання електродвигунів за потужністю [25, т. 2.19, с. 94];

K_2 – коефіцієнт, що враховує використання електродвигунів за часом [25, т. 2.19, с. 94]

C_e – вартість 1 кВт/год електроенергії у діючий час, коп. [26].

Виконуємо розрахунки за формулою (6.5):

$$E_1 = \frac{11 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 80}{60} = 8,21 \text{ коп / год.}$$

$$E_2 = \frac{4 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 80}{60} = 2,98 \text{ коп / год.}$$

Розрахуємо витрати на амортизацію обладнання за формулою, коп

$$A = \frac{A_r \cdot 100}{F_o \cdot 60}, \quad (6.6)$$

де A_r – нарахування на амортизацію за рік, коп.

Розрахуємо нарахування на амортизацію за рік за формулою, коп

$$A_r = \frac{\alpha_1 \cdot 1,15Ц}{100}, \quad (6.7)$$

де α_1 – відсоток відрахувань від балансної вартості обладнання [25, с. 92];

$Ц$ – ціна обладнання, грн.

Виконуємо розрахунки за формулою (6.7):

$$A_{r1} = \frac{15 \cdot 1,15 \cdot 300000}{100} = 51750 \text{ коп.}$$

$$A_{r2} = \frac{15 \cdot 1,15 \cdot 450000}{100} = 77625 \text{ коп.}$$

Виконуємо розрахунки за формулою (6.7):

$$A_1 = \frac{51750 \cdot 100}{4015 \cdot 60} = 21,48 \text{ коп.}$$

$$A_2 = \frac{77625 \cdot 100}{4015 \cdot 60} = 32,22 \text{ коп.}$$

Розрахуємо витрати на обслуговування обладнання за формулою, коп

$$O = \frac{O_r \cdot 100}{F_o \cdot 60}, \quad (6.8)$$

де O_r – нарахування на обслуговування за рік, коп.

Розрахуємо нарахування на обслуговування за рік за формулою, коп

$$O_r = \frac{\alpha_2 \cdot 1,15C}{100}, \quad (6.9)$$

де α_2 – відсоток відрахувань від балансної вартості обладнання [25, с. 92];

C – ціна обладнання, грн.

Виконуємо розрахунки за формулою (6.10):

$$O_{r1} = \frac{0,5 \cdot 1,15 \cdot 300000}{100} = 1725 \text{ коп.}$$

$$O_{r2} = \frac{0,5 \cdot 1,15 \cdot 450000}{100} = 2587,5 \text{ коп.}$$

Виконуємо розрахунки за формулою (6.9):

$$O_1 = \frac{1725 \cdot 100}{4015 \cdot 60} = 0,7 \text{ коп.}$$

$$O_2 = \frac{2587,5 \cdot 100}{4015 \cdot 60} = 1,07 \text{ коп.}$$

Розрахуємо витрати на ремонт обладнання за формулою, коп

$$P = \frac{P_r \cdot 100}{F_o \cdot 60}, \quad (6.10)$$

де P_r – нарахування на ремонт за рік, коп.

Розрахуємо нарахування на ремонт за рік за формулою, коп

$$P_r = \frac{\alpha_3 \cdot 1,15C}{100}, \quad (6.11)$$

де α_3 – відсоток відрахувань від балансної вартості обладнання [25, с. 92];

C – ціна обладнання, грн.

Виконуємо розрахунки за формулою (6.12):

$$P_{r1} = \frac{4,5 \cdot 1,15 \cdot 300000}{100} = 15525 \text{ коп.}$$

$$P_{r2} = \frac{4,5 \cdot 1,15 \cdot 450000}{100} = 23287,5 \text{ коп.}$$

Виконуємо розрахунки за формулою (6.11):

$$P_1 = \frac{15525 \cdot 100}{4015 \cdot 60} = 6,44 \text{ коп.}$$

$$P_2 = \frac{23287,5 \cdot 100}{4015 \cdot 60} = 9,66 \text{ коп.}$$

Визначаємо витрати на інструмент за довідковою літературою [25, т. 2.20, с. 94].

Для фрезерної обробки в обох варіантах обираємо різці, оснащені твердим сплавом, для чистового проходу $I_T = 0,092$ грн.

Визначаємо витрати на пристосування за довідковою літературою [25, т. 2.21, с. 95].

Для токарної обробки в обох варіантах спеціальних пристосувань не передбачено.

Розраховуємо технологічну собівартість для кожного варіанту операції за формулою, коп.

$$C_i = (Z_{pi} + Z_{ni} + E_i + P_i + I_i + A_i + O_i + P_i) \cdot t_{um-ki}. \quad (6.12)$$

Виконуємо розрахунки за формулою (6.13)

$$C_1 = (1,697 + 1,697 + 8,21 + 0 + 0,092 + 21,48 + 0,7 + 6,44) \cdot 2,45 = 98,77 \text{ коп.}$$

$$C_2 = (1,09 + 1,697 + 2,98 + 0 + 0,092 + 32,22 + 1,07 + 9,66) \cdot 3,25 = 158,62 \text{ коп.}$$

Розраховуємо економічний ефект очікуваний при впровадженні токарного верстата з ЧПК (MDW 20M) замість токарного верстата з ручним керуванням (1M63Б) за формулою, грн:

$$E_e = (C_1 P + E_1 C_1 n_1) - (C_2 P + E_2 C_2 n_2), \quad (6.13)$$

де E – нормативний коефіцієнт ефективності [25, с. 91].

Виконуємо розрахунки за формулою (6.14):

$$E_e = (98,77 \cdot 100 + 0,15 \cdot 300000 \cdot 1) - (158,62 \cdot 100 + 0,15 \cdot 450000 \cdot 1) = 28485 \text{ грн.}$$

Проведений аналіз розрахунків економічної ефективності можна висновок, що технологічна собівартість токарної операції на верстаті 6P13 складає 158,62 коп., а на верстаті з ЧПК 6520Ф3 – 98,77 коп. Економічний ефект від впровадження верстата з ЧПК 6520Ф3 замість 6P13 складає 28485 грн.

7 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

7.1 Аналіз потенційних небезпек

Оскільки тема магістерського проекту "Розробка конструкції та технології виготовлення спеціальної фрези для дослідження динамічних процесів при кінцевому фрезеруванні ", тому нижче розглянемо заходи з охорони праці, виробничої санітарії та гігієни праці, пожежної безпеки на ділянці механічного цеху, відповідно до методичних вказівок.

На підставі аналізу роботи існуючого устаткування і технологічних процесів механічної дільниці, згідно ГОСТ 12.0.003-74 (1999) "ССБТ. Небезпечні і шкідливі виробничі чинники. Класифікація", виявлені наступні небезпечні і шкідливі виробничі чинники, здатні привести до травм і погіршення здоров'я працівників і завдати шкоди довкіллю :

1.Механічні травми, внаслідок організаційних причин:

- а) недостатня навченість персоналу, який обслуговує верстати;
- б) порушення правил експлуатації обладнання при неналежному контролі за діями персоналу з боку відповідальних осіб;
- в) травми і ушкодження шкірного покриву при вантаженні-розвантаженні заготовок і деталей;
- г) відсутність запобіжних плакатів, блокувань, огорожень у місцях проведення ремонтних робіт;
- д) ушкодження шкірного покриву рук гострими кромками, задирками на поверхні заготовок, інструменту, устаткування, відходів при роботі без рукавиць;
- е) опіки при порушенні правил безпеки при виконанні операцій точіння в'язких металів без спецодягу.

2. Причиною електротравм може бути несправність ізоляції, що призводить до подачі струму на металеві неструмопровідні частини

обладнання. Причиною поразки електрострумом може бути використання несправних ручних електроінструментів.

3. Кістково-м'язові порушення, у зв'язку з довгим статичним навантаженням, яке призводить до стомлення, порушення координації рухів, збільшенню помилок, травм (соціальні причини).

4. Нервово-емоційне навантаження, у зв'язку із стресовими ситуаціями, які можуть привести до захворювання загального невротичного характеру і нервовим зривам.

5. Санітарно-гігієнічні причини:

а) незадовільне освітлення виробничих приміщень і робочих місць, у зв'язку з виходом з ладу освітлювального устаткування, що може привести до втоми очей;

б) підвищена запиленість в зоні дихання за відсутності засобів захисту, особливо при обробці поверхонь (шліфуванні, поліруванні);

в) в умовах виробництва може виникати вторинне пилоутворення під час прибирання, руху людей, транспортуванні деталей;

г) в процесі металообробки утворюється металевий пил, який впливає на організм людини та викликає фіброгенну дію, тобто подразнює слизові оболонки дихальних шляхів та осідає в легенях, що можливо при відсутності ефективної місцевої вентиляції;

д) підвищений рівень шуму, що виникає при роботі обертових механізмів, що неправильно відцентровані, може привести до дратівливості, збільшення помилок під час праці;

д) вібрація (локальна) на руки, яка може привести до погіршення чутливості, віброзахворювань;

е) роздратування слизових оболонок верхніх дихальних шляхів можуть викликати мастильно-охолоджувальні технічні засоби (МОТЗ) при порушенні правил безпеки. Аерозоль нафтових олій, які входять до складу МОТЗ, може також привести до зниження імунобіологічних реакцій, призвести до алергічних реакцій.

6. Психофізіологічні шкідливі чинники:

а) фізичне перевантаження при установці, закріпленні і зніманні великогабаритних деталей;

7. Незадовільних параметрів мікроклімату робочого місця, у зв'язку з відсутністю або неправильною роботою засобів забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату, що може привести до загальних захворювань.

8. Вірогідність пожежі у зв'язку з несправністю електричного устаткування, не дотримання або порушення правил протипожежної безпеки обслуговуючим персоналом.

9. Неправильних дій персоналу в умовах надзвичайних ситуацій, що може привести до паніки, травмування і загибелі людей.

7.2 Заходи по забезпеченню безпеки

Безпека технологічного устаткування забезпечується правильним вибором принципів дії, конструктивних схем, матеріалів і робочих процесів і відповідає «Технічному регламенту безпеки машин». Обладнання не створює небезпеки для людей під час встановлення, налагодження, експлуатації та обслуговування згідно з передбачуваними умовами та технологічними вимогами. З метою уникнення ризиків травмування робітників під час обробки деталей рухомі частини виробничого обладнання огорожені та мають інші види засобів захисту відповідно ДСТУ EN ISO 14120:2017 «Безпечність машин. Захисні огорожі. Загальні вимоги до проектування та будівництва стаціонарних і знімних захисних огорож».

Внутрішнє планування цеху розроблене відповідно до ДБН В.2.2-28:2010 «Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення».

Вибраний спосіб планування верстатів на ділянці механічного цеху відноситься до прямого – в порядку технологічних операцій.

При розробці планування передбачається організація проходів, що забезпечують вільний доступ до усіх робочих місць і які є шляхами евакуації власного складу на випадок надзвичайної ситуації.

Відстані між верстатами забезпечують безпечну роботу і обслуговування устаткування.

Площа і об'єм виробничої дільниці забезпечує виконання вимог мінімального об'єму 15 м^3 на одного робітника і мінімальні норми виробничій площі $4,5 \text{ м}^2$ на одного робітника і відповідає вимогам ДБН В.2.2-28:2010 «Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення». Передбачені місця для утилізації і поховання промислових відходів.

Плануванням безпосередньо біля робочого місця передбачені місця для зберігання тари із заготовками і готовою продукцією, стелажі для зберігання технологічної документації і інструменту. Для роботи сидячи робоче місце оператора має стілець з регульованим нахилом спинки і заввишки сидіння.

На кожному робочому місці є дерев'яні грати на всю довжину робочої зони, і шириною не менше 0,6 м від частин верстата, що виступають. Зручне розташування інструменту і пристосувань в тумбочках, а заготовок в спеціальній тарі. Використання планшетів для креслення дозволяє понизити втому і виробничий травматизм.

Звільнена тара має бути видалена з робочого місця в спеціально відведене для неї місце. Висота штабелів заготовок на робочому місці вибрана з урахуванням їх стійкості і зручності зняття з них деталей. Вона дорівнює 0,7 м; ширина між штабелями 0,8 м.

Крім того, безпека праці забезпечується:

- використанням в конструкціях технологічного устаткування спеціальних захисних засобів;
- дотриманням ергономічних вимог відповідно ДСТУ EN 894-3:2017 «Безпечність машин. Ергономічні вимоги до проектування індикаторів і органів керування. Частина 3. Органи керування»;

- включенням вимог безпеки в технічну документацію по монтажу, експлуатації, ремонту устаткування.

- застосуванням знаків безпеки для попередження про небезпеку відповідно до «Технічного регламенту знаків безпеки і захисту здоров'я працівників» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 25 листопада 2009 р. № 1262 (Офіційний вісник України, 2009 р., № 92, ст. 3118).

Категорія приміщення механічної дільниці, згідно "Правил облаштування електроустановок" (ПОЕ), глава 5. "Електрообладнання спеціальних установок" – це приміщення з підвищеною небезпекою (сухе, відносна вологість не більше 60%, пил металевий, з температурою – до 30° С, з залізобетонною підлогою).

Відповідно до ПОЕ в електроустановках використовуються такі системи заходів і засобів забезпечення їх безпечної експлуатації: захисне заземлення, ізоляція струмопровідних частин, захисне виключення, мала напруга (42В) для освітлення і живлення електроінструментів, недоступність неізольованих провідників. Заземлення (занулення) і захисні заходи безпеки електроустановок необхідно виконувати відповідно до вимог ПОЕ. Опір заземляючого пристрою повинен відповідати вимогам підприємства-виготівника апаратури або відомчим нормам, але не повинно бути вищий 40м. У зв'язку з тим, що усі ці засоби не є універсальними і мають свої переваги і недоліки, то для забезпечення електробезпеки застосовуються не один, а декілька методів одночасно.

Для попередження електротравматизму усе електричне устаткування і інструменти заземлені відповідно до ДСТУ EN 60204-32:2018 «Безпечність машин. Електрообладнання машин. Частина 1» і перевіряється один раз в 6 місяців. При цьому проводиться зовнішній огляд, перевіряється робота на неодруженому ходу не менше 5 хв., вимірюється опір ізоляції, перевіряється справність ланцюга заземлення.

Передбачено обгороджування частин верстатів, що рухаються та представляють небезпеку для людини, відповідно ДСТУ EN ISO

14120:2017«Безпечність машин. Захисні огорожі. Загальні вимоги до проектування та будівництва стаціонарних і знімних захисних огорож». Захисні пристрої не погіршують стеження за роботою устаткування і максимально захищають від проникнення небезпечних і шкідливих чинників в робочий простір.

Верстат відключається від мережі при зміні робочого інструменту, установці насадок і регулюванні; при перерві в роботі; після закінчення роботи або зміни. Гальмування двигунів після останову приводу здійснене за рахунок кінематичного тертя, тобто мимоволі.

На усіх металорізальних верстатах дільниці є блокування дверей силового устаткування і верстатів з вимикачем струму, щоб при включеному положенні не можна було відкрити дверці, а при відкритих дверцях – не можна було включити устаткування (ДСТУ EN ISO 14119:2017 «Безпечність машин. Блокувальні пристрої, з'єднані з огорожами. Принципи проектування та вибору»).

З метою забезпечення біологічної безпеки працюючих передбачено застосування змащувально-охолоджувальні рідини і технологічного мастила, відповідно до вимог ГОСТ 12.3.025-80 «Обработка металлов резанием. Вимоги безпеки» і ТУ на технологічну рідину.

У цеху, з метою зниження важкої ручної праці, встановлена кран-балка, яка призначена для транспортування пристосувань і переміщення тари з партією заготовок від верстата до верстата.

Підйомно-транспортні засоби відповідають ДНАОП 1.1.10-1.04-01 "Правила безпечної роботи з інструментом і пристосуваннями".

Безпеку підйомних машин в процесі експлуатації підвищують пристрої і прилади безпеки :

- обмежувачі ходу (пересування крану, підйому вантажу);
- пристрої, які забезпечують стійкість крану (обмежувачі вантажопідйомності);
- прилади сповіщення і сигналізації.

Важливою умовою в забезпеченні безпечної роботи кран-балки є надійність гальмівних пристроїв, як механізму підняття вантажу, так і механізму переміщення візка і крану.

Не допускається підняття вантажів з масою що перевищує допустиму за технічними даними крану.

Користування вантажопідіймальними механізмами дозволяється тільки робітником, що пройшов атестацію. Перед роботою з вантажопідіймальними механізмами перевіряється дата випробування вантажопідйомника (термін придатності – один рік).

Також обов'язковим є проходження медичного огляду один раз на два роки, а для окремих категорій робітників і один раз на рік, за рахунок роботодавця відповідно Наказ міністерства охорони здоров'я України від 21 травня 2007р. №246 «Про затвердження порядку проведення медичного огляду працівників певних категорій».

7.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

Заходи по забезпеченню виробничої санітарії і гігієни праці відповідають вимогам ГН 3.3.5-8.6.6.1-2002 "Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості і небезпеки чинників виробничого середовища, важкості і напруженості трудового процесу".

У відповідності ДСанПиН 173-96 "Державних санітарних правил планування і заселення населених пунктів" за наявності шкідливих виробничих чинників встановлюємо четвертий клас виробництва.

Метеорологічні умови в робочому приміщенні цеху визначаються за ДСН 3.3.6.042-99 «Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» і ГН 2152-80 «Санітарно-гігієнічні норми допустимих рівнів іонізації повітря виробничих та громадських приміщень».

Для підтримки необхідної температури повітря і компенсації втрат в холодну пору року, передбачено облаштування системи опалювання,

поєднаної з припливною вентиляцією, відповідно ДСН 3.3.6-042-99 "Санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень". Встановлені опалюючі повітряні завіси біля входу. Застосована центральна система водяного опалювання.

У теплий період часу передбачена природна і механічна вентиляція з поданням повітря на робітника $20 \text{ м}^3/\text{годину}$.

Допустимі норми температури, вологості і швидкості руху повітря на робочому місці згідно ДСН 3.3.6-042-99 "Санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень". При категорії робіт середньої тяжкості температура повітря $17-23^{\circ}\text{C}$, відносна вологість 75%, швидкість повітря 0,1-0,3 м/хв., температура повітря на робочому місці $13-24^{\circ}\text{C}$.

Природного освітлення недостатньо для забезпечення нормальної освітленості робочої зони. Для робочого загального освітлення застосовані в якості джерела світла газорозрядні лампи, які щоб уникнути стробоскопічного ефекту підключені на різні фази електромережі. На робочих місцях встановлено місцеве освітлення. Норми освітленості робочих місць відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 "Природне і штучне освітлення" залежать від характеристики робіт: високої точності, точні роботи, роботи малої точності та грубі роботи.

Вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони не перевищує гранично допустимих концентрацій, вказаних за ДСН 3.3.6-042-99 "Санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень".

Відповідно до ДСН 3.3.6.037-99 "Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку і інфразвуку" рівень звуку на робочих місцях не повинен перевищувати 80 дБа. Так як у механічному цеху рівень шуму лежить в межах норм ($<80\text{дБ}$), застосування індивідуальних засобів захисту і спеціальні заходи не передбачені. При цьому рекомендується перевірка робочих місць і устаткування для встановлення рівня шуму мінімально один раз впродовж року.

Рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях приміщення відповідають вимогам ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» та ДБН В.1.1-31:2013 «Захист територій, будинків і споруд від шуму». Зниження рівня шуму в приміщенні здійснено за допомогою: використання більш сучасного обладнання; розташування обладнання, що створює рівень шуму, більший за нормативно допустимий (понад 80дБа), на значній відстані від більшості робочих місць працівників. Ефективним методом зменшення шуму є своєчасне проведення планово-попереджувальних ремонтів і технічного догляду, регулювання і змащення, зберігання стабільності регулювань у період експлуатації техніки на номінальних режимах роботи, усунення перекосів, люфтів і осьових натяків.

Рівень вібрації не перевищує значення 25 кГц (ССБТ і ДСН 3.3.6.039-99 "Державні норми виробничої загальної і локальної вібрації"), для цього на кожному робочому місці передбачені спеціальні прокладення під ніжки.

Згідно ГОСТ 12.1.012-90 методів віброзахисту за організаційними ознаками діляться на колективні і індивідуальні.

Колективні методи віброзахисту передбачають такі заходи:

- зменшення вібрації в джерелах її виникнення – усі деталі верстатів і агрегатів, що рухаються, ретельно урівноважені, а для зменшення динамічних сил, які створюють вібрації, деталі змащуються;
- зменшення параметрів вібрації на шляхах її поширення від джерела збудження;
- організаційно-технічні – планово-запобіжний ремонт і контроль за вібраційними параметрами;
- гігієнічні і лікувально-профілактичні.

До засобів індивідуального віброзахисту відносяться рукавиці, що віброгасять, і спеціальне взуття – ДСТУ 7239:2011 «ССБП. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація».

На спроектованій ділянці і в цеху не використовуються радіоактивні речовини, а також прилади, випромінюючі рентгенівські, іонізуючі і інші небезпечні випромінювання відповідно до норм НРБУ- 97 "Норми радіаційної безпеки України".

7.4 Заходи з пожежної безпеки

Заходи по пожежній безпеці виконані відповідно до вимог НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».

На випадок виникнення пожежі в цеху забезпечена можливість безпечної евакуації людей через евакуаційні виходи. Двері, призначені для евакуації, відкриваються в сторони виходу з будівлі. Переходи, проїзди, евакуаційні виходи передбачені відповідно до вимог згідно НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні». Відстань від найбільш віддаленого місця до найближчого виходу без обмежень.

Для миття і знежирення устаткування, виробів і деталей, застосовуються негорючі технічні миючі засоби, а також безпечні в пожежному відношенні установки і способи. Механізми для самозакривання протипожежних дверей утримуються в справному стані. Вогнеперегоржуючі пристрої після закінчення робочого дня закриваються. Регулярно перевіряється справність вогнеперегоржувачів і робиться чистка їх вогнегасячих насадок, а також справність мембранних хлипаків. Терміни перевірки вказані в цеховій інструкції.

Згідно із методикою визначення категорій приміщень та будівель за вибухопожежною та пожежною небезпекою, який регламентується ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» механічна ділянка відповідає категорії «Д» з пожежної небезпеки – наявність незаймистих речовини і матеріали в холодному стані.

Згідно вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» механічний цех має II ступінь вогнестійкості.

На ділянці встановлені три пожежні крани з рукавами і брансбойтами. На території цеху передбачені пожежні щити (з розрахунку – один щит на площу 5000 м²).

Проектом передбачено облаштування пожежної сигналізації на механічних ділянках і в допоміжних приміщеннях цеху, з урахуванням 1 оповісник на 65 м² площі, який замикається на приймальну станцію пожежної сигналізації типу Т10Л-10/100.

Для захисту від блискавок передбачені громовідводи. З метою захисту від статичної електрики на ділянках промивання передбачені заземлення неструмопровідних електропровідних частин устаткування. Металеві повітропроводи встановлюються через кожні 40-50 м. Застосовують також зволоження повітря до 60-70%, що дозволяє понизити електризацію матеріалу.

Евакуація людей при пожежі

Під час пожежі або стихійного лиха переміщення людей в приміщенні має вирішальне для їх життя значення. При виникненні пожежі на початковій стадії виділяється тепло, токсичні продукти згорання, знижується концентрація кисню у повітрі, можливі обвалення конструкцій. Термін, коли небезпека для людей стає смертельною дуже обмежений і не перевищує 3-4 хвилин. Тому, слід враховувати необхідність евакуації людей у визначені терміни. Показником ефективності евакуації є час, протягом якого люди можуть при необхідності залишити окремі приміщення і будівлю загалом. Безпека евакуації досягається тоді, коли тривалість евакуації людей в окремих приміщеннях і будівлях загалом не перевищує критичної тривалості пожежі, яка становить небезпеку для людей. Критичною тривалістю пожежі є час досягнення при пожежі небезпечних для людини температур і зменшення вмісту кисню у повітрі.

Основним критерієм переміщення людей при евакуації є ступінь свободи під час руху, яка, в свою чергу, залежить від кількості осіб, що переміщуються одночасно, від габаритів людини (антропометричних характеристик людини, виду одягу, наявності вантажу, його габаритів та маси), нервово-емоційного стану людей, конфігурації та площі приміщення. На швидкість евакуації також впливає ступінь свободи переміщення людей відносно один одного. Дослідження показали, що щільність розміщення людей під час руху може змінюватись в широкому інтервалі: від нуля до $1,14 - 1,15 \text{ м}^2 / \text{м}^2$. При щільності до $0,05 \text{ м}^2 / \text{м}^2$ людина має повну свободу, як по швидкості руху, так і в напрямку. При щільності до $0,15 \text{ м}^2 / \text{м}^2$ – вже не можливо вільно змінювати напрямок свого переміщення та необхідно враховувати швидкість переміщення оточуючих людей. При щільності понад $0,15 \text{ м}^2 / \text{м}^2$ – вже не можливо йти вільно, а при щільності понад $1 \text{ м}^2 / \text{м}^2$ – спостерігається силовий тиск однієї людини на іншу, частина людей може не торкатися ногами підлоги, їх може знести основним потоком людей, є ймовірність отримання травм під час руху. Конкретне значення щільності руху при розробці схем евакуації залежить від призначення приміщення, економічних можливостей організації, але його значення повинно бути менше критичного з точки зору безпеки і не перевищувати $0,92 \text{ м}^2 / \text{м}^2$. Швидкість руху по сходах донизу в окремих випадках може бути вищою ніж по горизонталі (людина витрачає менше енергії, а сходи визначають загальний темп руху). Але, у випадку коли людина перестає бачити підлогу, боїться впасти, панікує швидкість суттєво зменшується.

Відповідно до вимог ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою», ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» и проектуванні приміщення повинні бути передбачені заходи щодо забезпечення безпеки під час пожежі.

Всі шляхи евакуації повинні бути забезпечені природним та штучним освітленням, яке повинно працювати як від звичайної електромережі так і від

мережі аварійного живлення (ДБН В. 2. 5. – 28– 2018 «Природне і штучне освітлення»).

Згідно вимог НАПБ А.01.001-14 «Правил пожежної безпеки в Україні» в усіх закладах та установах повинні бути передбачені евакуаційні виходи.

Виходи вважаються евакуаційними, якщо вони ведуть:

- приміщень першого поверху назовні безпосередньо або через коридор, вестибюль, сходову клітку;
- з приміщень будь-якого поверху, крім першого, в коридори, що ведуть на сходову клітку, яка має вихід назовні;
- з приміщень в сусіднє приміщення на цьому ж поверсі, забезпечене виходами, вказаними вище.

Евакуаційні виходи повинні розташовуватись розосереджено. Їх кількість повинна бути не менше двох. Евакуаційні виходи, коридори, сходи не повинні заставлятися будь-якими предметами і обладнанням. Враховуючи, що при евакуації в одному напрямку переміщується значна кількість людей, то згідно НАПБ А.01.001-14 «Правил пожежної безпеки в Україні» висота походу повинна бути не менше 2 метрів, мінімальна ширина шляхів евакуації повинна бути не менше 1 метра, дверей - не менше 0.8 метра. Двері на шляху евакуації повинні відчинятися в напрямку виходу з будівель. При наявності людей у приміщенні двері евакуаційних виходів можуть замикатись лише на внутрішні запори (засувки, крючки тощо), котрі легко ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту»). Відстань від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу із приміщення безпосередньо назовні або на сходову клітину не повинна перевищувати значень зазначених в СНиП 2.09.02-85. Для забезпечення організованого руху під час евакуації та попередження паніки технічні рішення повинні бути доповнені організаційними заходами, до яких, передусім, належать інструктаж та навчання персоналу. З цією ж метою розробляють плани евакуації з будівель та місць масового перебування людей.

План евакуації складається з двох частин: графічної і текстової. Графічна частина являє собою план поверху або приміщення, на який нанесено пронумеровані евакуаційні шляхи і виходи з маршрутами руху. Маршрути руху до основних евакуаційних виходів зображуються суцільними лініями зі стрілками зеленого кольору, маршрути до запасних виходів – пунктирними зеленими лініями зі стрілками. Окрім маршруту руху на плані позначаються місця розташування засобів оповіщення та пожежогасіння.

Текстова частина плану евакуації, яка являє собою таблицю з переліком та послідовністю дій у разі пожежі для конкретних посадових осіб і працівників, затверджується керівником об'єкту. План евакуації вивішується на видному місці, а його положення повинні систематично відпрацьовуватись на практиці.

Дуже важливо для безпеки людей створити поти димний захист приміщення і особливо шляхів евакуації. Протидимний захист забезпечується обмеженням розповсюдження продуктів горіння в будівлях та приміщеннях, ізоляцією можливих місць виникнення пожежі, примусовим видаленням диму. Ці задачі вирішуються за допомогою об'ємно-планувальних та конструктивних рішень при проектуванні об'єктів, деякими технологічними прийомами в процесі будівництва, завдяки використанню спеціальних пристроїв і вентиляційних систем, які призначені для видалення диму, зниження температури і конденсації продуктів горіння.

Для своєчасного здійснення заходів з евакуації людей, включення стаціонарних установок пожежогасіння, виклику пожежної охорони тощо, вибухопожежонебезпечні об'єкти обладнуються системами пожежної сигналізації, запуск яких може здійснюватись автоматично або вручну.

7.5 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

Заходи щодо забезпечення безпеки у надзвичайних ситуаціях

Сили і засоби, які залучаються для проведення рятувальних та інших невідкладних робіт.

При підготовці РІНР найважливішими заходами є: оцінка обстановки, планування проведення РІНР у вогнищах ураження, прийняття начальником ЦЗ остаточного рішення, організація взаємодії, усебічного забезпечення сил ЦЗ і управління ними.

Основною ланкою, що організовує підготовку і проведення РІНР, є область. Тому в плані ЦЗ області, з урахуванням якого приймається рішення начальником ЦЗ як на мирний, так і на воєнний час, закладається основа угруповання сил ЦЗ області, визначається її чисельність для кожного категорійованого міста і міського району, намічаються всі інші заходи щодо організації рятувальних робіт і ставляться завдання підлеглим силам і ланкам управління. Аналогічно, але більш конкретно і детально плануються створення угруповань сил і можливий порядок їх дій на заздалегідь визначених ділянках (об'єктах) в містах, сільськогосподарських і міських районах.

Угруповання сил ЦЗ на воєнний час повинне відповідати задуму майбутніх дій і забезпечувати:

- можливість швидкого приведення сил у повну готовність до виконання завдань у найскладніших умовах обстановки;
- своєчасне висування сил до місця проведення рятувальних робіт, швидке їх розгортання і зосередження основних зусиль в інтересах вирішення головних завдань;
- можливість одночасного виконання робіт з максимальним використанням усіх сил і засобів у декількох вогнищах ураження для порятунку потерпілих у найкоротший термін;

- нарощування зусиль за рахунок наступних змін ешелонів і резервів, можливість здійснення маневру силами і засобами в ході робіт;

- захист особового складу;

- стійке управління силами і підтримка взаємодії між ними, а також усебічне забезпечення дій у ході проведення РІНР.

Ядром угруповань сил ЦЗ є військові частини ЦЗ і невоєнізовані формування підвищеної готовності.

Для створення угруповань сил використовуються:

- на ОГ — невоєнізовані формування об'єкта, а також територіальні формування міста (району), формування сільського району (некатегорійованого міста) та інші сили, виділені за рішенням старшого начальника ЦЗ;

- у районі — угруповання сил об'єктів району, територіальні формування району, а також військові частини ЦЗ і Збройних Сил, відомчі, спеціалізовані формування і підрозділи, формування прилеглих районів (сільських) та інші сили, виділені за рішенням старшого начальника ЦЗ для виконання завдань на території даного району;

- у місті без районного поділу угруповання сил ОГ, невоєнізовані територіальні формування міста й області, військові частини ЦЗ, підрозділи і частини військового гарнізону, а також інші сили, що виділяються згідно з планами взаємодії;

- у місті з районним поділом — угруповання сил міських районів і резерви міста;

- в області - угруповання сил категорійованих міст, населених пунктів з категорійованими ОГ, угруповання сил сільських районів і резерви.

Кожне угруповання за своїм складом повинно забезпечувати виконання повного обсягу РІНР у заданому районі (на ділянці, об'єкті).

Для забезпечення безупинного проведення РІНР до повного їх завершення, для нарощування зусиль і розширення фронту рятувальних робіт, а також для заміни сил і засобів угруповання можуть складатися з

одного чи двох ешелонів і резерву. Кількість ешелонів визначається обсягом і умовами виконання рятувальних робіт, наявністю сил, а також особливостями їх розміщення в заміській зоні і можливій готовності за часом до виконання завдань у вогнищах ураження. Кожен ешелон може складатися з декількох змін. Для проведення розвідки і забезпечення висування і введення сил у вогнища ураження до складу угруповання включаються розвідувальні підрозділи і формування (загони) забезпечення руху.

При наявності двох ешелонів перший ешелон угруповання сил призначається для негайного (з урахуванням радіаційної обстановки) розгортання рятувальних робіт і ведення їх у високому темпі. З цією метою в перший ешелон включаються найбільш мобільні, добре підготовлені й оснащені сучасною технікою сили, здатні в короткі терміни прибути до вогнища ураження і приступити до робіт. Такими силами є: військові частини і підрозділи ЦЗ; інші військові частини і підрозділи, що виділяються військовим командуванням згідно з планами взаємодії; територіальні та невоєнізовані формування категорійованих міст; формування міських ОГ, які продовжують виробничу діяльність, і невоєнізовані формування підвищеної готовності ближніх некатегорійованих міст і сільських районів.

Другий ешелон призначається для нарощування зусиль і розширення фронту рятувальних робіт в міру спадання рівня радіації, а також для заміни підрозділів і формувань першого ешелону. До складу другого ешелону включаються сили ЦЗ міст і сільських районів, що не ввійшли до складу першого ешелону, частини і підрозділи Збройних Сил і МВС з пізнішими термінами розгортання і невоєнізовані формування ОГ, які продовжують свою діяльність у заміській зоні.

Військові частини і формування, що входять до складу ешелонів, розподіляються по змінах з дотриманням цілісності їхньої організаційної структури і виробничого принципу. Кількість змін і їх склад визначається залежно від наявності сил і засобів, їх можливостей, радіаційної чи хімічної обстановки на об'єктах робіт, обсягу робіт, транспортних можливостей,

наявності комунікацій і необхідного часу прибуття у вогнища ураження. Особливо ретельно визначається склад першої зміни. При її комплектуванні враховується, що техніка (бульдозери, екскаватори, крани, компресорні станції й ін.), яка входить до цієї зміни, при необхідності буде залишена на місцях робіт і передана розрахункам чергової зміни.

Резерви призначаються для вирішення завдань, що раптово виникають у ході проведення РІНР, для нарощування зусиль на найважливіших ділянках і об'єктах з метою скорочення термінів завершення робіт, для заміни чи перекидання сил і засобів на нові ділянки (об'єкти) робіт.

До складу резервів включаються формування некатегорійованих міст та віддалених сільських районів, військові частини і підрозділи, що не ввійшли до складу ешелонів, сили ЦЗ, які виділяються сусідами згідно з планами взаємодії. З початком проведення РІНР сили резерву виводяться у встановлені райони збору в кілька місць заміської зони з таким розрахунком, щоб можна було забезпечити швидке перекидання їх на різні напрямки. В міру використання резерви відновлюються в тому числі і за рахунок сил, виведених з вогнищ ураження після виконання ними поставлених завдань.

Важливе значення має підготовка загонів забезпечення руху. Вони створюються по одному на кожен маршрут введення сил у вогнища ураження і, крім того, один-два резервних у залежності від кількості маршрутів та їх складності і на випадок повторних надзвичайних ситуацій.

До складу загону звичайно включаються механізовані й інженерні підрозділи військових частин і формування ЦЗ, оснащені засобами механізації робіт з прокладання колонних шляхів і по улаштуванню проїздів у вогнищах ураження, локалізації і гасінню пожеж, обладнанню тимчасових переправ, знезаражуванню (деактивації і дегазації) ділянок маршрутів і виконанню інших робіт для забезпечення швидкого й безпечного введення основних сил ЦЗ у вогнища ураження.

На приморських (річкових) маршрутах створюються морські і річкові загони забезпечення руху, які призначаються для забезпечення

безперешкодного руху суден з військовими частинами і невоєнізованими формуваннями ЦЗ до вогнища ураження і на підходах до місць (причалів) їх висадки і вивантаження; для локалізації і гасіння пожеж у прибережній зоні, в портах, на пристанях і суднах; для знезаражування території портів, пристаней й інших місць висадки сил ЦЗ; для розчищення фарватерів і, в окремих випадках, для підготовки пунктів висадки сил на необладнаних ділянках морського (річкового) берега.

Для зручності організації робіт і управління силами територія вогнища ураження чи зони затоплення, виходячи з особливостей місцевості, планування, характеру забудови, а також з урахуванням транспортних можливостей, поділяється на ділянки, які виділяються певним силам ЦЗ для проведення РІНР.

При підготовці до проведення РІНР повинні бути передбачені заходи щодо приведення сил ЦЗ в готовність: доукомплектування формувань особовим складом, дооснащення їх технікою і майном; призначення формуванням і частинам ЦЗ районів розташування (вихідних районів) у заміській зоні. З початком розосередження й евакуації населення ці формування будуть виводитися в складі робочих змін у райони, розташовані за межами зон можливих руйнувань категорійованих міст.

Райони розташування повинні забезпечувати:

- розміщення формувань в їх організаційній цілісності;
- можливість швидкого збору і виступу в потрібному напрямку;
- сприятливі санітарно-епідемічні умови.

Небезпека раптового виникнення стихійних лих і можливість швидкої і різкої зміни обстановки ставлять високі вимоги до керування силами ЦЗ у мирний час. На підставі даних розвідки й оцінки обстановки начальники ЦЗ приймають чи уточнюють раніше прийняті рішення, визначають необхідні сили і засоби, висувають їх у райони стихійних лих (у місця аварій) і організовують там РІНР. Склад угруповань сил може бути різним, він визначається видами і масштабами стихійних лих і аварій, наявністю сил і

засобів, характером і обсягом розв'язуваних завдань, а також особливостями місцевих умов. Ці угруповання можуть включати невоєнізовані формування різного призначення, військові частини ЦЗ, частини і підрозділи збройних сил, а також відомчі спеціалізовані формування.

Характер, обсяг і способи ведення робіт залежать від виду, причин виникнення, масштабів і тривалості стихійних лих і аварій, ступеня впливу їх наслідків на навколишнє середовище і населення, а також від наявності і підготовленості сил ЦЗ, від погоди, часу доби, пори року й інших факторів [].

Висновки

Таким чином, охорона праці це - система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Недотримання правил и вимог нормативно-правових актів та законів України може призвести до негативних наслідків, травмуванню або погіршенню здоров'я фахівців, появі професійних захворювань, втраті працездатності працівника.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Прогрессивныережущиеинструменты и режимырезанияметаллов: Справочник/В.И. Баранчикова, А.В. Жаринов, Н.Д. Юдина и др.; Подобщ. ред.— М.: Машиностроение, 1990. — 400 с.: ил.
2. А. с. 147424 СССР, класс 49b12. Цилиндрическая фреза соспиральным зубом / В.Я. Карасёв, А.С. Штукатуров, Н.В. Романов, Л.Г. Шехтман, П.С. Фоменков, А.Г. Моксаков, П.В. Быков, А.Н. Митрофанов, Е.Ф. Савич, Н.М. Назаренко №739161/25; заявл. 10.07.61; опубл. 1962г., Бюл. № 10. — 2 с.: ил.
3. А. с. 1701440 СССР, МКИ в23С 5/10. Виброустойчивая фреза / В.Г. Шаламов, И.Г. Корепанов, С.М. Лопаткин, В.В. Васютин - № 4786953/08; заявл. 06.12.89; опубл. 30.12.91, Бюл. № 48. — 4 с.: ил.
4. Дыков А.Т. Прогресивныйрежущий інструмент в машиностроении / Дыков А.Т., Ясинский Г.Й., Л.: Машиностроение, 1972. — 224 с.
5. Пат. UA 122231 Україна, МПК(2016.01) В23С 5/00; Фреза з регульованим окружним кроком різальний зубів / Дядя С.І., Штанкевич В.С., заявник та власник патенту ЗНТУ — №u201507173; заявл 17.07.2015; опубл 25.01.2016, Бюл. № 2.
6. Пат. UA 104343 Україна, МПК(2016.01) В23С 5/00; Фреза з регульованими кутами нахилу різальних кромок кожного зуба / Дядя С.І., Козлова О.Б., заявник та власник патенту ЗНТУ — №u201506918; заявл 13.07.2015; опубл 25.01.2016, Бюл. № 2.
7. Справочник технолога — машиностроителя. В 2-х т. Т - 1 подредКосиловой. — М. : Машиностроение, 1985, 496 с., ил.
8. Балабанов А.Н. Краткийсправочниктехнолога-машиностроителя. — М.: Издательство стандартов, 1992 г, 464с
9. Справочникнормировщика — машиностроителя. В 4-х т. Т - 2 подредСтружестраха. — М. : Машгиз, 1961, 892 с., ил.
10. Горбачев А.Ф., Шкред В.А. Курсовоепроектирование по технологиимашиностроения — М. : Высшая школа, 1983, 226 с., ил.
11. Справочниктехнолога-машиностроителя./Подредакцией А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. — М.: Машиностроение, 1985. — Т.1.
12. Справочниктехнолога-машиностроителя./Подредакцией А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. — М.: Машиностроение, 1985. — Т.2.

13. Справочник. Режимырезанияметаллов./Под редакцией Ю. В. Барановского.- М.: Машиностроение, 1972.

14. Справочникнормировщика-машиностроителя. Техническоеенормированиестаночныхработ. Том 2./Под редакцией Е.И. Стружестраха. – М.:Государственноенаучно-техническоеиздательствوماшиностроительнойлитературы, 1961. – 892 с.

15. Методичні вказівки до дипломного проектування з технології авіадвигунобудування і машинобудування для студентів спеціальностей «Технологія машинобудування» (8.090202) та «Двигуни та енергетичні установки літальних апаратів» (7. 100102) усіх форм навчання./ Склали: Яценко В.К., Коренєвський Е.Я., Ципак В.І. і др. – Запоріжжя, ЗДТУ, 2000. 245с.