

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ
«Сумський державний університет»

Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи (проєкту)

другий (магістерський)
(освітньо-науковий рівень)

на тему «Удосконалення технологічного процесу виготовлення корпусу
BT 190.02.80 шляхом інтенсифікації багатоцільової
з ЧПК операції»

Виконав: студент II курсу, групи Тм.м-11
спеціальності: _____

131 «Прикладна механіка»
(шифр і назва спеціальності)

освітньої програми: _____

«Технологія машинобудування»
(назва освітньої програми)

Алина МОШНА
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник Анна НЕШТА
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент Вячеслав ТЕРЕЛЬНИК
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Суми – 2022 року

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ
«Сумський державний університет»

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів
та інструментів

_____ *Віталій ІВАНОВ*

«___» _____ 2021 року

ЗАВДАННЯ
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (ПРОЄКТУ) СТУДЕНТУ

Мошна Аліна Сергіївна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи)	<u>Удосконалення технологічного процесу виготовлення корпусу</u> <u>ВТ 190.02.80 шляхом інтенсифікації багатопільової з ЧПК операції</u>
керівник проєкту	<u>Нешта Анна Олександрівна, канд. техн. наук, старший викладач,</u> <u>кафедри «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»</u>

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від « 10» листопада 2022 року №1049-VI

2. Строк подання студентом роботи (проєкту) « 17 » грудня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи (проєкту) _____

3.1 Креслення деталі «Корпус»;

3.2 Типовий технологічний процес виготовлення деталі корпус;

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

4.1 Виконати аналіз службового призначення деталі та технології її оброблення.

4.2 Удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі.

4.3 Розробити конструкцію контрольного пристрою та виконати його дослідження.

4.5 Охорона праці та безпека ц надзвичайних ситуаціях.

5. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
ОП та БВНС	<i>Фалько В.В. ст. викладач кафедри ПЕК</i>		

6. Дата видачі завдання «25» вересня 2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Вступ	25.09.2022	Виконано
2	Виконати аналіз службового призначення деталі та технології її оброблення	10.09.2022	Виконано
3	Удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі	15.10.2022	Виконано
4	Розробити конструкцію верстатного пристрою та виконати його дослідження	27.11.2022	Виконано
5	Охорона праці та безпеки ц надзвичайних ситуаціях	03.12.2022	Виконано
6	Висновки	11.12.2022	Виконано
7	Оформлення роботи	12.12.2022	Виконано
	Оформлення слайдів у форматі Power Point	14.12.2022	Виконано

Студент

_____ (підпис)

Аліна МОШНА

_____ (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи (проєкту)

Анна НЕШТА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ *Віталій ІВАНОВ*

« ____ » _____ 2022 р.

**Удосконалення технологічного процесу виготовлення
корпуса ВТ 190.02.80 шляхом інтенсифікації
багатоцільової з ЧПК операції**

Кваліфікаційна робота (проект) магістра

Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»

Освітня програма – «Технології машинобудування»

Студентка

Аліна МОШНА

Керівник

Анна НЕШТА

Консультант з питань охорони праці

Віра ФАЛЬКО

Нормоконтроль

Олександр ІВЧЕНКО

Суми – 2022

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка виконана на 122 сторінок, включає 19 рисунки, 35 таблиць, бібліографії із 40 джерел.

Сучасне машинобудівне виробництво характеризується багатоменклатурністю виробів і нестабільністю обсягів випуску продукції тому необхідно для збереження конкурентоздатності підприємства максимально знижувати собівартість виготовлення продукції. Впровадження будь-якого контрольного пристрою у виробничий процес повинно бути обґрунтовано за критеріями досягнення необхідної точності та швидкості контролю, а отже розроблення і чисельне моделювання конструкції контрольного пристрою являє актуальну наукову й практичну задачу.

Метою дослідження є удосконалення технологічного процесу виготовлення корпусу ВТ 190.02.80 шляхом інтенсифікації багатоцільової з ЧПК операції.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виготовлення корпусу.

Предмет дослідження – оптимізація конструкції верстатного пристрою
Методи дослідження. Робота виконана з використанням сучасних положень технології машинобудування та проектування прогресивних технологічних процесів із використанням верстатів із ЧПК, різальних інструментів зі змінними непереточувними пластинами, а також прогресивного технологічного оснащення. У для реалізації завдань графічної частини кваліфікаційної роботи використовувалось програмне середовище Autodesk Inventor, а для дослідження конструкції контрольного пристрою пакет ANSYS.

Наукова новизна: удосконалена методика проведення дослідження оптимізації конструкції верстатного пристрою на прикладі обробки деталі «Корпус» з метою визначення оптимальних параметрів елементів пристрою на фрезерній операції точіння пазу.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, КРИШКА ПІДШИПНИКА,
ОПТИМІЗАЦІЯ, КОНТРОЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ, РЕЖИМ РІЗАННЯ

ЗМІСТ

Вступ	7
РОЗДІЛ 1	8
1.1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. Опис їх конструктивних особливостей та умов експлуатації.....	8
1.2 Аналіз технічних умов та вимог до конструкції деталі. Визначення технологічних завдань щодо її виготовлення	11
1.3 Характеристика типу виробництва та організаційної форми виробництва	15
1.4 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	16
1.5 Аналіз базового або типового технологічного процесу	20
1.6 Висновки та завдання для удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі	24
РОЗДІЛ 2	26
2.1 Складання варіантів технологічних маршрутів та вибір оптимального	26
2.2 Обґрунтування способу отримання, розрахунок та формулювання технічних вимог на виготовлення первинної заготовки.....	28
2.3 Розрахунок припусків на оброблення поверхні обертання	33
2.4 Призначення та обґрунтування схем базування та закріплення заготовки	36
2.5 Обґрунтування та вибір моделей металорізальних верстатів	40
2.6 Обґрунтування та вибір верстатних пристроїв, різального та вимірювального інструментів	41
2.7 Визначення режимів різання та технічне нормування операцій.....	43
2.9 Проектування засобів технологічного оснащення	54
2.10 Техніко-економічне обґрунтування запропонованого технологічного процесу	74
2.11 Висновок.....	89
РОЗДІЛ 3	90
3.1 Методики та галузь дослідження оптимізації конструкцій верстатних пристроїв.....	90
3.2 Дослідження напружено-деформованого стану верстатного пристрою для фрезерування	93
3.3 Модальний аналіз верстатного пристрою для фрезерування	96
РОЗДІЛ 4	100
4.1 Аналіз шкідливих і небезпечних факторів при операції 035 деталі «Корпус» насоса НМ 10000-380-2.....	100
4.2 Розрахунок захисного заземлення обладнання.....	107
4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	110
4.4 Висновки.....	112
ВИСНОВКИ	113
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	115
ДОДАТОК А	120

Вступ

Машинобудування, яку поставляє нову техніку всім галузям народного господарства, визначає технічний прогрес країни і робить вирішальний вплив на створення матеріальної бази суспільства. У зв'язку з цим його розвитку завжди надавалося і надається першорядне значення.

Технологія машинобудування – це наука про виготовлення машин потрібної якості в установленому виробничою програмою кількості і в заданий термін при найменших витратах живої праці, тобто при найменшій собівартості по [1] с.5.

В даний час поглиблюється розробка проблеми впливу технології на фізико-хімічний стан металу поверхневого шару оброблюваних заготовок, його дислокації будова, розміри кристалічних блоків і на експлуатаційні властивості і надійність деталей машин. Триває розробка проблеми технологічної спадковості і зміцнюючої технології. Розробляються методи оптимізації технологічних процесів з досягнутої похибки, продуктивності і економічності виготовлення при забезпеченні високих експлуатаційних якостей і надійності роботи машини.

Створюються системи автоматизованого управління ходом технологічного процесу з його оптимізацією за всіма основними параметрами виготовлення і автоматизованих виробничих систем на основі використання ЕОМ, автоматизації між операційного транспорту та контролю і робототехніки.

Триває вдосконалення технологічних процесів виготовлення деталей машин і збірки (особливо в напрямках створення маловідходної технології, чистової обробки і автоматизації складальних робіт). Розвиток технології машинобудування на даному етапі має «здійснювати перехід до масового застосування високоефективних систем машин і технологічних процесів, які забезпечують комплексну механізацію та автоматизацію виробництва, технічне переозброєння його основних галузей». Надзвичайно великий зв'язок технології машинобудування з такими дисциплінами, як теорія різання, металорізальні верстати та інструменти, допуски, технічні вимірювання, матеріалознавство і термічна обробка. Розгляд технологічних питань без використання цих наук взагалі неможливо.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

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

Деталь, що розглядаємо являє собою торцеве ущільнення для насосу типу НМ. Насоси нафтові магістральні типу НМ1250...10000 відцентровий горизонтальний одноступінчастий спірального типу з робочим колесом двостороннього входу, з підшипниками ковзання з примусовою мастилом. В насосі НМ 10000-380-2 крім того застосований двосторонній упорний підшипник ковзання типу «Мітчел». Кінцеві ущільнення ротору механічні торцеві одинарні з гідравлічним розвантаженням і додатковим щільним ущільненням відповідно до АРІ 682. В насосі НМ 10000-380-2 застосовані подвійні торцеві ущільнення фірми «Бургман» з системою забезпечення працездатності. Нафта, що надходить на охолодження торцевих ущільнень, проходить очищення в циклоновому сепараторі. Для сприйняття радіальних навантажень застосовані опорні підшипники ковзання з високою несучою здатністю, а для сприйняття осьових навантажень здвоєні радіально-упорні підшипники кочення SKF. Передача крутного моменту від двигуна до насосу здійснюється за допомогою пружної пластинчастої муфти. В якості приводів насосів застосовуються синхронні або асинхронні вибухозахищені двигуни. Агрегати складаються з насосу, вибухозахищеного двигуна, пружної пластинчастої муфти, загальної маслоустановки з трубопроводами в межах агрегату для постачанням маслом підшипників, а також трубопроводів зливу витоку. Агрегат допускає постачання з установкою насоса і двигуна на єдиній жорсткій фундаментній рамі.

Параметри перекачуваного середовища:

- температура, ° С -10 ... +50
- щільність при 15 ° С, кг/м³ 800 ... 900
- масова частка механічних домішок,%, не більше 5 ... 100

- максимальна об'ємна концентрація твердих включень, % 0,05
- максимальний лінійний розмір твердих частинок, мм – 0,4

Структура умовного позначення:

Приклад: АНМ-1250/0,7-260а-2.1УХЛ4

А – відмітний індекс агрегату

НМ – насос магістральний

1250 – подача насоса в номінальному режимі, м³/год

0,7 – позначення ротора насоса по подачі (для основного виконання не вказується);

260 – напір насоса в номінальному режимі, м

а – позначення обточування робочого колеса (для основного виконання не вказується)

2.1 – порядковий номер модернізації

УХЛ4 – позначення кліматичного виконання і категорії розміщення по ГОСТ 15150

Умови експлуатації: насоси (агрегати) типу НМ1250-10000 виготовлення – вливаються в кліматичному виконанні. УХЛ категорії розміщення 4 (при температурі навколишнього повітря від +10 до +40 °С по ГОСТ 15150. Насоси (агрегати) виготовляються в сейсмостойком виконанні для районів з сейсмічністю до 9 балів за шкалою MSK-64 включно. Підтвердження сейсмічності проводиться розробником розрахунковим шляхом. Насоси (агрегати) призначенні для експлуатації у вибухопожежонебезпечних зонах класу 2 по ГОСТ Р 51330.9 і класу В-1а згідно з «Праилами улаштування електроустановок» (ПУЕ), в яких можливе утворення вибухонебезпечних сумішей категорії А!! по ГОСТУ Р 51330.11, група вибухонебезпечної суміші ТЗ по ГОСТ Р 51330.5 та ПУЕ.

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики насосу типу НМ1250-10000

Марка агрегата	Двигун	Напр. в	h_1	h_2	h_3	h_4	h_5	h_6	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5
АНМ7000-210-2.1	СТДП-5000-2	6000/10000	500	500	1000	1785	680	1450	1200	1100	2483	6725	-
	5АЗМВ-5000	6000					800	1605				6160	1299

Таблиця 1.2 – Характеристики насосу типу НМ1250-10000

Параметри	Значення
Подача	7000
Натиск	210
Допускається квалітетний запас	52
Частота переміщення	3000
Потужність насоса	3825
ККД насоса	90
Тип насоса	НМ

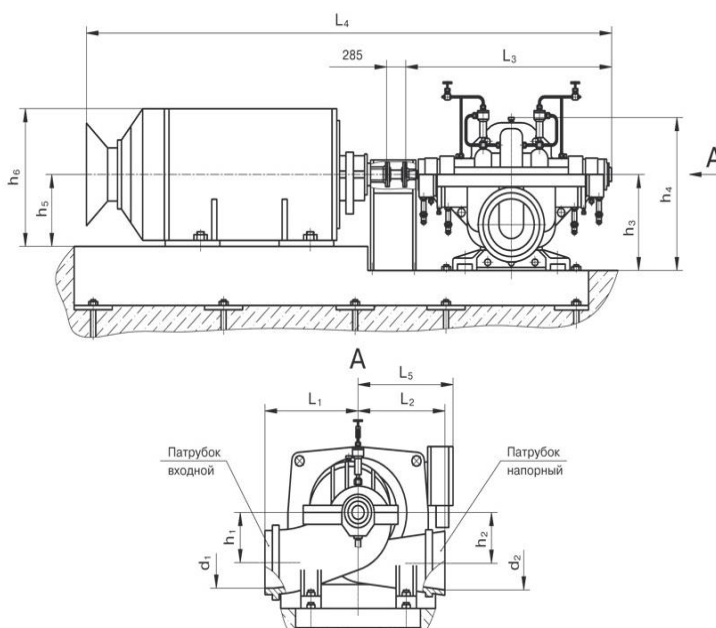


Рисунок 1.1 – Насоси типу НМ1250-10000

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

Деталь «Корпус» використовується в насосі магістрального типу (НМ7000-210). Деталь являє собою обертанню, з відношенням $l/D=0,318$. Габаритні розміри деталі 70x200. Маса деталі складає 6,6 кг. Розглядається торцеве ущільнення призначене для ущільнення валів, що обертаються в нафтових магістральних насосах, які перекачують нейтральні рідини. Частота обертів валу: до 3000 об/хв; перепад тиску – 55 кгс/см; температура роботи від 15 до 100 С; діаметр ущільнення валу від 85 мм до 140 мм; призначене ущільнення НДВ351.101.120.1.Р , а тип замінного ущільнення ТМ120М, дане ущільнення характерне для насосів НМ7000-120 та НМ7000-210.

Матеріал деталі – нержавіюча титановмісна сталь 12Х18Н10Т ГОСТ 5632-72. Замінники – сталі: 08Х18Г8Н2Т, 10Х14Г14Н4Т, 12Х17Г9АН4, 08Х22Н6Т, 08Х17Т, 15Х25Т, 12Х18Н9Т.

Переваги: висока пластичність і ударна в'язкість. Оптимальною термічною обробкою для цих сталей є гарт з 1050 °С – 1080°С в Н₂О, після загартовування механічні властивості характеризуються максимальною в'язкістю і пластичністю. Призначення: деталі, що працюють до 600°С. Зварні апарати і посудини, працюючі в розбавлених розчинах азотної, оцтової, фосфорної кислот, розчинах лугів і солей і інші фосфорної кислот, розчинах лугів і солей і інші деталі, працюючі під тиском при температурі від 196 до 600 °С, а за наявності агресивних середовищ до 350 °С; сталь аустенітного класу.

Хімічний склад сталі вказаний в таблиці 1.3

Таблиця 1.3 – хімічний склад сталі 12Х18Н10Т за ГОСТ 5632-72, у відсотках

Кремній (Si) не більше	Мідь (Cu) не більше	Марганець (Mn) не більше	Нікель (Ni)	Титан (Ti)	Фосфор (P) не більше	Хром (CR)	Сірка (S) не більше
0,8	0,30	2,0	9,0 - 11,0	0,6-0,8	0,035	17,0-19,0	0,020

Механічні властивості сталі 12Х18Н10Т вказаний в таблиці 1.4

Таблиця 1.4 – Механічні властивості сталі 12Х18Н10Т для поковок ГОСТ 5632-72

Операція	Перетин, мм	0,2	В	5		КСУ, Дж/см ²	НВ, не більше
		Н/мм ²		%			
		не менше					
Поковки. Гартування Відпуск	До 1000	96 (20)	10 (52)	6	6	-	179

Технологічні властивості сталі 12Х18Н10Т:

- температура кування: початкова температура при гарячій обробці повинна складати близько 1200 °С, а при завершенні вона знижується до 850°С. Якщо переріз листів нержавіючої сталі не перевищує 350 мм, то охолодження здійснюється в повітрі;

- флокеночутливість: не чутлива;

- оброблюваність різанням: загартованому стані при НВ169 і В =610 МПа: К_и тв. спл. = 0,85, К_и би. ст. = 0,35;

- зварюваність: нержавіюча сталь відрізняється чудовою зварюваністю, тому зварювання може здійснюватися без особливих обмежень. Після виконання зварювання рекомендується виконати термічну обробку.

Даний матеріал був обраний конструктором так, як деталь в процесі роботи повинна забезпечувати умови роботи при високих температурах та максимальну пластичність у продовж певного часу. На кресленні деталі є точні поверхні та вільні. Перелік вказаний в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Характеристика технологічності поверхонь

Характер поверхні	Кількість	Точність	Якість (Ra)
Зовн.циліндричні			
d190	1	7	6,3
d182	1	5	6,3
d220	1	5	1,6
d190	1	9	1,6
Зовн.циліндричні			
D10	1	14	12,5
D168,7	1	9	1,6
D160	2	9	1,6
D170	1	14	1,6
D120	1	5	6,3
Отвір			
d5	2	7	6,3
d8	6	14	6,3
Галтель			
R0,6	3	14	6,3
R6	1	14	6,3
Фаски			
0,5x45°	5	14	6,3
Лінійні розміри			
15	1	14	6,3
19	1	14	6,3
123	1	14	1,6
170	1	14	3,2
111,5	1	14	6,3
110	2	14	12,5
117	6	14	12,5
112	1	14	12,5
15	2	14	6,3

145	1	14	12,5
Різьба			
M6	4	7	3,2
Всього	48	287	154,1

На кресленні були виявлені розміри з невказаними полями допусків, а лише з відхиленнями. Це відхилення розміру поверхонь: $\varnothing 220$ (-0,4; -0,5), $\varnothing 120$ (+0,15; 0), $\varnothing 182$ (+0,2; 0), $\varnothing 160$ (+0,1; 0), які по таблиця допусків і посадок відповідають граничному відхиленню: $\varnothing 220H11$, $\varnothing 120H10$, $\varnothing 182H11$, $\varnothing 160H9$ тому віднесемо це до зауважень конструктору.

Згідно з технічними вимогами, які вказані на кресленні деталі «Корпус» деталь повинна виготовлятися з поковки другої групи

Гр. III зі 12X18H10T, твердістю HB600 по ГОСТ 25054-081, до поковки третьої групи пред'являються більш жорсткі вимоги до контролю на заготівельній операції, (найменші вимоги пред'являються до поковки першої групи, які використовуються в основному для маловідповідальних деталей). Згідно ГОСТ 25054-081 до поковки третьої групи: контроль твердості 100% поковок. Поковки повинні бути однієї марки стали спільно пройшли термічну обробку за однаковим режимом. Дані вимоги до груп поковок проставлені конструктором обґрунтовані тим, що деталь працює в редукторі і вихід з ладу деталі призведе до поломки агрегату.

Також у вимогах зазначено невказані допуски форми і розташування отв. по ГОСТ 25069-81. Забезпечити інструментом. Цей пункт зазначає, що на всі поверхні, де не вказано точні допуски форми та розташування допускаються будь-які їх значення.

Також є пункт про граничні відхилення розмірів на кресленні деталі необхідно обробляти з точністю 14-го квалітету. Всі отвори або охоплюють поверхні з полем допуску H14, все вали або охоплюються поверхні з полем допуску h14, а все лінійні розміри з 12 допуском 14-го квалітету і полем

допуску симетричним в обидві сторони щодо номінального розміру, таким чином спростилося би креслення.

Останній пункт *Розміри забезпечити інструментом, що говорить про необхідність виконання встановленого кресленням розміру з граничним відхиленням повинно гарантувати розміром інструменту або відповідним технологічним процесом.

В цілому ж креслення виконане з усіма вимогами ЄСКД, за винятком деяких неточностей зазначених вище. На кресленні досить видів і розрізів для подання форми деталі і можливості її виготовлення, також вказані всі розміри.

1.3 Характеристика типу виробництва та організаційної форми виробництва

Тип виробництва відповідна йому форма організації робіт визначає характер технологічного процесу і його побудова.

Виходячи з річної програми випуску $N=6000$ шт. і маси деталі 6,6 кг визначається тип виробництва, в якому виготовляється деталь – середньо серійний.

Середньосерійне виробництво характеризується обмеженою номенклатурою виробів, виготовлених або ремонтуються, періодично повторюваними партіями і порівняно великим об'ємом випуску і є основним типом сучасного машинобудівельного виробництва. Виробництвами цього типу випускається в теперішній час 75-80% всієї продукції машинобудування України. По технологічним і виробничим характеристикам середньо серійне виробництво займає проміжне місце між одиничним і масовим виробництвом.

В середньосерійному типі виробництва використовують універсальні і спеціальні, частинно спеціальні верстати, які розташовуються в послідовності технологічного процесу для однієї або декількох деталей, потребують однакового порядку обробки, у тій же послідовності утворюється і рух деталей.

Виробництво йде партіями, до того ж деталі кожної партії можуть дещо відрізнитися на одному й тому ж обладнанні. Виробничий процес ведеться таким образом, що після виконання обробки заготовок на одній операції здійснюється обробкою цією ж партією на наступні операції. При середньосерійному типі виробництва широко використовується верстатом з числовим програмним управлінням, оброблюються центри, а також знаходять застосування гнучких автоматичних систем верстатів з ЧПК. Переналагодження верстата, пристосування та інструментів, а також перебудова виробничого процесу при переході на обробку других різновидів схожих деталей забезпечується попередньо технологічною підготовкою. Середня кваліфікація робочих при середньо серійному типі виробництва вище, чим в масовому виробництві, але нижче, чим в одиничному. Поряд з робочими високими кваліфікаціями, працюючими на складних універсальних верстатах, і наладчиками використовується робочі-оператори невисокої кваліфікації, працюючі на налагоджених верстатах.

Технологічні документації та технічні нормування детально розробляться для найбільш складних і відповідальних заготовок при одночасному застосуванні спрощеної документації та дослідно – статистичного нормування найпростішої заготовки.

1.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

Оцінка технологічності деталі «Корпус» за якісними показниками включає в себе:

- оцінка по технологічності матеріалу, з якого виготовлена деталь. Дана деталь виготовлена із сталі 12X18H10T ГОСТ 5632-72, хімічний склад наведено вище в пункті 1.2. Матеріал технологічний і відповідає всім критеріям.

- оцінка по технологічності геометричної форми поверхонь.

Всі поверхні деталі технологічні і доступні для обробки простими методами, на всіх операціях присутні поверхні зручні для базування та закріплення – деталь технологічна.

В деталі присутні такі не технологічні елементи:

-пази ($\varnothing 60$ – 6 шт) – щоб обробити поверхню потрібно дискова фреза на оправці ця конструкція має низьку жорсткість;

-глухі різьбові отвори – не зручно нарізати різь, так як мітник не може пройти калібруючою частиною весь отвір;

- багатоступінчастий отвір – не можливо використовувати звичайний розточний різець, потребує спеціальних різців.

- оцінка технологічності по можливості зміни форми деталі, яка дозволяла б вибрати найвигідніший розкрій матеріалу і можливості використання відходів для виготовлення інших деталей.

За цим показником деталь є нетехнологічною, так як абсолютно всі поверхні на деталі обробляються, а отже збільшити кількість поверхонь, які не обробляються або зробити якісь поверхні необроблюваних ми не можемо виходячи зі службового призначення деталі і тих розмірів і тієї точності, які задав конструктор на кресленні.

Заготовку для даної деталі можна отримати двома методами, поковка на молотах та штамповка на пресах. В обох випадках заготовка має отвір, отже використовувати шматок заготовки з отвору, який вийшов би під час свердління свердлами для кільцевого свердління, неможливо. Все що буде залишатися після обробки цієї заготовки це стружка, яка надалі піде на переплавку. Отже за даним показником деталь нетехнологічна.

- оцінка технологічності конструкції по простановці розмірів.

На кресленні є точні розміри: $\varnothing 190f7$, $\varnothing 5H7$, M6-7H. Ці розміри, особливо перший вимагає трьох-чотирьох стадій обробки замість однієї-двох, що робить деталь не технологічною. Також на кресленні є допуски розташування, а саме позиційний допуск і торцеве биття 0,05 мм. Витримування цих допусків також несе додаткову трудомісткість в обробці, що нетехнологічно.

У технічних вимогах зазначено, що заготовка для деталі повинна виготовлятися за вимогами III-ї групи поковок, тобто ці поковки необхідно піддавати повному контролю твердості, що збільшує вартість деталі в порівнянні з I-ю групою поковок, які не підлягають контролю. Але в той же час конструктор не поставив в технічних вимогах виготовляти поковки IV-ї або V-ї групи, які піддаються 100%-му контролю та випробуванням на міцність характеристики, зразки для яких необхідно передбачити при отриманні заготовки, що призведе до зайвої масі, зменшення коефіцієнта використання матеріалу, а отже і до збільшення вартості деталі, що є нетехнологічним. Можна зробити висновок, що конструктор проставив III групу поковок грамотно і сходячи з службового призначення деталі і виробу. В цілому, вимога креслення виготовляти деталь з III-ї групи поковок вважаємо технологічним.

- оцінка технологічності по правильності обґрунтування прийнятих значень граничних відхилень.

Дана оцінка була проаналізована докладно з усіма аргументами в пункті 2. На основі цього можна зробити висновок, що деталь технологічна по даному показнику.

- оцінка по технологічності заготовки.

В умовах середньосерійного виробництва способами отримання заготовки виходячи з технічних вимог креслення деталі можуть бути або поковка на молотах або штамповка на пресах. Штамповка на пресах має невеликі припуски і за формою нагадує форму майбутньої деталі, тому обробка при знятті невеликих припусків може бути зменшена.

Єдиним мінусом отримання штамповки на пресах є висока вартість виготовлення спеціального штампа для отримання заготовки, але техніко-економічне обґрунтування методу отримання заготовки буде проводитися в наступному етапі проєкту.

За умови забезпечення технологічності подальшої механічної обробки більш раціональним є отримання заготовки на штамповці на пресах.

Деталь є жорсткою, так як відношення $l/d < 1$ ($120/220 < 1$) (більш докладно в пункті 2). Деталь можна обробляти в універсальних пристроях, але це веде до збільшення трудомісткості налагодження, тому на деяких операціях застосуємо спеціальні пристосування. Доступ ріжучого інструменту при обробці на одношпindelних верстатах одним інструментом при послідовній схемі обробці необмежений. При обробці комбінованими інструментами, а також обробці декількома інструментами декількох поверхонь можуть виникнути проблеми.

В цілому ж конструкція деталі технологічна і більшого вдосконалення, ніж це зробив конструктор без шкоди для службового призначення деталі і виробу, на даному етапі розвитку науки і техніки запропонувати неможливо.

Кількісний аналіз технологічності деталі.

Визначення коефіцієнту використання матеріалу:

$$K_{\text{им}} = \frac{M}{M_3}, \quad (1.1)$$

де M – маса готової деталі, $M = 6,6$ кг.

M_3 – маса заготовки, $M_3 = 10,56$ кг.

$$M_3 = M \cdot K_p = 6,6 \cdot 1,6 = 10,56 \text{ кг} \quad (1.2)$$

$$K_{\text{им}} = \frac{6,6}{10,56} = 0,625$$

Визначення рівня технологічності конструкції по використанню матеріалу:

$$K_{\text{ум}} = \frac{K_{\text{бвм}}}{K_{\text{нвм}}} \quad (1.3)$$

де $K_{\text{бвм}}$ – базовий коефіцієнт використання матеріалу, $K_{\text{бвм}} = 0,3$ (за даними підприємства, на якому виготовлялася деталь).

$$K_{\text{ум}} = \frac{0,3}{0,75} = 0,4$$

Визначаємо коефіцієнт точності обробки:

$$K_T = 1 - (1/A_{\text{ср}}) \geq 0,8; \quad (1.4)$$

На даній операції проводиться контроль розмірів деталі, отриманих на операціях 010-015. Обладнання: стіл для контролю. Вимірювальний інструмент: штатив Ш- II Н-8.

025 Маркувальна

На операції 015 проводимо маркування готового виробу. Обладнання: маркувальний стіл.

030 Контрольна

На даній операції проводиться контроль маркування деталі. Обладнання: стіл для контролю. Вимірювальний інструмент: штатив Ш- II Н-8.

035 Токарно – гвинторізний верстат: 1К62

Базується та закріплюється за d220 у 3-х кулачковий патрон, оброблюються поверхні: d190,d182, 170. Дана схема базування забезпечує установчу та подвійну опорну бази. Технічна характеристика верстата наведена у таб.1. Вимірювальний інструмент: скоба 190f7, ШЦ-250-0.

040 Контрольна

На даній операції проводиться контроль розмірів деталі, отриманих на операціях 035.

Обладнання: стіл для контролю. Вимірювальний інструмент: штатив Ш- II Н-8.

045 Маркувальна

На операції 035 проводимо маркування готового виробу. Обладнання: маркувальний стіл.

050 Контрольна

На даній операції проводиться контроль маркування деталі. Обладнання: стіл для контролю. Вимірювальний інструмент: штатив Ш- II Н-8.

055 Координатно- розточувальна верстат: 2В440А

На даній операції обробляються поверхні: D120, D170, D160,D168.7. Технічна характеристика верстата наведена у таб.2. Вимірювальний інструмент: ШЦ-125-0,1-2, нутромір 168,7, нутромір 160Н9, ШГ-200-0,05.

060 Контрольна

На даній операції проводиться контроль розмірів деталі, отриманих на операціях 055.

Обладнання: стіл для контролю. Вимірювальний інструмент: штатив Ш- II Н-8.

065 Розмічальна

На даній операції проводимо розмічування для обробки корпусу. Для накладання листів з яких будуть вирізатися на механічних обладнаннях переносними машинами для теплової різки. Обладнання: Розмічальний стіл.

070 Свердлувальна верстат: 2М55

На цій операції свердлуємо: D5, D8, D6, D10. Технічна характеристика верстата наведена у таб.3. Вимірювальний інструмент: нутромір.

075 Контрольна

На даній операції проводиться контроль розмірів деталі, отриманих на операціях 070. Обладнання: стіл для контролю. Вимірювальний інструмент: штатив Ш- II Н-8.

045 Маркувальна

На операції 070 проводимо маркування готового виробу. Обладнання: маркувальний стіл.

085 Контрольна

На даній операції проводиться контроль маркування деталі. Обладнання: стіл для контролю. Вимірювальний інструмент: штатив Ш- II Н-8.

090 Слюсарна

У 4 різьбові отвори М6-7Н загвинчуються спеціальні пробки, поверхні деталі знежирюються.

Обладнання: Верстак слюсарний.

Оснащення:

Пробка різьбова спеціальна – 4шт. Після з 4 різьбових отворів М6-7Н вигвинчуються спеціальні пробки.

Технологічний процес виготовлення деталі «Корпус» в заводському варіанті виготовлений як маршрутний, що відповідає серійному типу

виробництва. Він містить 8 операцій механічної обробки, решта – контрольні, маркувальні, слюсарні, заготівельні.

Продивившись заводський технологічний процес можна сказати, що операції обробки обрані вірно. Але є моменти, які можуть викликати додаткові вимоги конструктора.

На даний момент потрібно роздивлятися варіанти більш сучасних верстатів, які представлені на ринку, вони дозволили б обробляти деталь при високих швидкостях різання, були б жорсткими по конструкції, давали б необхідну точність, мав би магазин інструментів. Цим вимогам верстати, що вказані в технологічному процесі не відповідають. Вони застарілі, не мають ЧПК, можливості швидкої заміни інструмента та багатоцільових функцій. У маршрутному технологічному процесі не вказані способи базування і закріплення заготовки, на яких виконуються операційні розміри, докладно не розписаний ріжучий інструмент, що не дозволяє обробляти деталь на більш прогресивних режимах різання з використанням обладнання з ЧПК. Інструмент треба замінити.

Вимірювальний інструмент використовуються застарілих конструкцій або без шкальні. Здійснювати вимірювання скобами і калібрами досить швидко і точно.

Режими різання обрані і розраховані правильно. Але через те, що обладнання та матеріали ріжучих інструментів на виробництві використовуються застарілі, то ці режими недоцільно застосовувати для сучасних верстатів, так як ці верстати дозволяють працювати на більш прогресивних і форсованих режимах. При зміні цих недоліків можна буде підвищити режими різання до оптимальних. Отже, скоротити час обробки і підвищити точність виготовлення деталей.

Порівнявши маршрутний технологічний процес з типовим технологічним процесом ми знаходимо відмінностей. Тому зміну технологічних операцій можна вважати доцільним. Але, розглядаючи рівень прогресивності методів обробки, ми бачимо, що вони не досить продуктивні.

Аналізуючи технологічний процес можна рекомендувати використовувати на токарних операціях сучасні верстати з ЧПК наприклад DOOSAN LEO 1600, більш придатних за технічними характеристиками при обробці заданої деталі, ніж верстати приведені у заводському процесі, що дозволить значно скоротити час на обробку та збільшити точність обробки.

Аналіз вимірювального інструмента, яким проводиться контроль точності обробки, показав, що деякі параметри, такі як радіальне биття отворів, в базовому технологічному процесі не контролюються. Виходячи з цього необхідно розробити контрольно-вимірювальне пристосування для контролю радіального биття.

Виходячи з цього, рекомендується розробити пристрій. Зокрема можна розробити пневматичний пристрій для затиску деталі на фрезерній з ЧПК операції.

1.6 Висновки та завдання для удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі

Якість виготовлення деталі у великій мірі залежить від правильності встановлення та закріплення заготовки на верстаті. Установка складається з базування, тобто орієнтації заготовки щодо виконавчих органів верстата, інструменту або траєкторії його переміщення, і закріплення, тобто докладання зусиль до заготовки для фіксації положення заготовки, досягнутого при базуванні.

Поверхня, використовувана для базування, повинна відповідати таким вимогам:

- великі розміри, геометрично правильна форма;
- низька шорсткість поверхні (без задирих, напливів, буртів, залишків ливникової системи і т.д.);
- безпосередній розмірний зв'язок з оброблюваною поверхнею, близьке розташування до оброблюваної поверхні;

– відсутність значущих деформацій і низької жорсткості базових поверхонь;

– використання принципу сталості баз;

– можливість простого і зручного закріплення заготовки.

У технології існує безліч технологічних способів обробки, які забезпечують приблизно однакові параметри одержуваних поверхонь, але відрізняються за собівартістю реалізації і тому раціональні у різних типах виробництва.

Виходячи з цього, одну і ту ж елементарну поверхню можна реалізувати де-якою безліччю послідовно використаних технологічних способів, за якими і складаються різні маршрути обробки даної поверхні.

Так як кожен маршрут обробки поверхні складається з різних способів досягнення певної точності, отже, можна об'єднати в окремі етапи технологічного процесу. Крім цього механічна обробка може переривається термічними або іншими операціями. Все це підтверджує багатоваріантність технологічного проектування для однієї поверхні і тим більше для всього виробу.

РОЗДІЛ 2

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

2.1 Складання варіантів технологічних маршрутів та вибір оптимального

Вихідними даними для виконання цього етапу є знання про типові маршрути обробки поверхонь або груп поверхонь.

У багатьох випадках укрупнені операції включають переходи, що не можна виконати за один установ. Отже, необхідно прийняти рішення про принцип подальшого проєктування – диференціації або концентрації побудови операцій.

При проєктуванні маршрутного технологічного процесу необхідно врахувати:

- технологічні процеси рекомендується проєктувати згідно з принципом поетапності, тобто необхідно забезпечити виконання чорнових, а потім чистових способів обробки;

- в першу чергу обробляють бази для наступних операцій;

- потім обробляють поверхні з найбільшим припуском і напуском, так як використовуються форсовані режими різання, а отже і будуть великі сили різання;

- обробка поверхонь, в яких можуть бути виявлені дефекти заготовки;

- найбільш точні поверхні обробляються в останню чергу.

Для зручності наведемо кілька технологічних маршрутів обробки і виберемо оптимальний з них.

Маршрут №1:

005 Ковальська

010 Термічна

015 Токарна

020 Контрольна
025 Маркувальна
030 Контрольна
035 Токарна
040 Контрольна
045 Маркувальна
050 Контрольна
055 Координатно-розточувальна
060 Контрольна
065 Розмічальна
070 Свердлильна
075 Контрольна
080 Маркувальна
085 Контрольна
090 Слюсарна
Маршрут №2
005 Заготівельна
010 Термічна
015 Контрольна
020 Токарна з ЧПК
025 Токарна з ЧПК
030 Контрольна
035 Фрезерна з ЧПК
040 Слюсарна
045 Маркувальна
050 Контрольна
Маршрут №3
005 Заготівельна
010 Термічна
015 Контрольна

020 Токарна з ЧПК

025 Контрольна

030 Фрезерна з ЧПК

035 Слюсарна

040 Маркувальна

045 Токарна з ЧПК

050 Контрольна

Маршрут №2 є більш доцільним тому, що два інші технологічні маршрути мають більше недоліків. В маршруті №1 є пункти які можна замінити або поєднати. Також є можливість скоротити контроль ОТК. В маршруті №3 наведено токарну операцію майже останньою, що може призвести до дефекту деталі та інструменту.

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

Вибір способу отримання заготовки має бути найбільш раціональним способом. Від вибору технологічного процесу отримання заготовки залежить кількість матеріалу, що витрачається, якість і трудомісткість подальшої механічної обробки при виготовленні деталі. Оптимальний технологічний процес вибирають на основі розрахунку і порівняння, можливих за даних умов варіантів виготовлення деталі, куди входить і вартість вихідної заготовки. Оцінку економічної ефективності нової технології, вибір найбільш економічного варіанта виробництва деталей здійснюють за допомогою порівняльного аналізу вартісних і натуральних техніко-економічних показників.

Основною умовою раціональної технології є максимальне наближення форми і розмірів заготовки до форми готової деталі.

Розглянемо варіанти виготовлення заготовки деталі «Корпус», матеріал деталі – сталь 12Х18Н10Т ГОСТ 5632-72:

- лиття – не раціонально застосувати, так як для заданого обсягу випуску треба виготовляти спеціальні форми для лиття у кокіль, а потім піддавати деталь очистці піском під тиском та видаляти залишки литникових систем. При цьому способі отримання заготовки можуть з'явитись раковини та пори, що негативно вплине на працездатність корпусу, адже вона передає крутний момент у процесі роботи, а при цьому треба забезпечити ущільнення волокон матеріалу, що можливо лише при пластичному деформуванні.

- прокат – не раціонально застосовувати у середньо серійному виробництві через те, що корпус має досить великий наскрізний отвір і при застосуванні прокату багато матеріалу піде в стружку.

- кування на молотах – не раціонально застосувати через достатньо невеликі габарити деталі та неможливість отримання центрального отвору. А як було сказано у середньосерійному виробництві потрібно прагнути до наближення форми заготовки до форми деталі, що можливе лише при штампуванні.

- штампування – дозволяє отримати заготовку з ущільненими волокнами, що добре позначиться на експлуатаційних характеристиках деталі, а також за формою та розмірами вона буде найбільш наближена до форми деталі. Серед усіх розглянутих способів отримання приймаємо даний варіант виготовлення заготовки – штампована на пресах.

Спроекуємо заготовку, одержувану штамповкою на пресах:

Визначаємо тип заготовки для вибору припусків і допусків згідно ГОСТ 7505-89.

а) для отримання даної заготовки необхідно використовувати прес.

Клас точності поковки-Т4 [3]. Надалі всі табличні дані братимемо з ГОСТ 7505-89.

б) марка сталі заготовки – 12Х18Н10Т, тому група сталі М1 [3].

в) ступінь складності поковки визначається зі співвідношення маси поковки (Мпк) до маси фігури, що описує поковку (МФ).

$$\frac{M_n}{M_\phi}, \text{ де } M_\Pi = M_d \cdot K_p, \quad (2.1)$$

де K_p – розрахунковий коефіцієнт

$$\frac{M_n}{M_\phi} = \frac{m_d \cdot K_p}{\rho \cdot V} = \frac{6,6 \cdot 1,6}{7,85 \cdot 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 115,5^2} = 0,032$$

Звідси ступінь складності – С3 по ГОСТ 7505.

Конфігурація поверхні роз'єму штамп – плоска.

г) на основі отриманих даних, знаходиться вихідний індекс-13 [4].

д) знаючи вихідний індекс, розміри поверхонь і параметр шорсткості R_a , який необхідно досягти після механічної обробки, допуски відхилень розмірів заготовки, заносимо в одну таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Розрахунків припусків на заготовці

Розм.дет.	R_a	Осн.прип.	Дод.прип.	Заг.прип.	Розм.заг.	Допуск
d220 H5	1,6	2,5	0,3+1	3,8	227,5	+2,4
						-1,2
d190 f7	1,6	2,5	0,3+1	3,8	197,5	+2,4
						-1,2
D160 H9	1,6	2,5	0,3+2	3,8	152,5	+1,2
						-2,4
170 H14	3,2	2	0,3	2,3	74,6	+1,8
						-1
133 H14	1,6	1,8	0,3	2,1	37,2	+1,6
						-0,9
D120 H5	6,3	2,3	0,3+1	3,6	112,5	+1
						-1,8
120 H14	6,3	1,8	0,3	2,1	24,2	+1,6
						-0,9

Визначимо номінальну масу заготовки.

За допомогою програми SOLIDWORKS визначаємо масу заготовки, будуючи її за номінальними розмірами та задаючи густину матеріалу, що по ГОСТ 4543-71 дорівнює 6072 кг/м^3 . Маса заготовки $M_3=23 \text{ кг}$.

Визначаємо коефіцієнт використання заготовки для методу отримання заготовки за формулою:

$$K_3 = \frac{M_d}{M_3} \quad (2.2)$$

де $M_d=6,6$ – маса деталі, кг;

$M_3 = 23$ – маса заготовки, кг.

По формулі (2.2)

$$K_3 = \frac{6,6}{23} = 0,28.$$

Визначення коефіцієнта використання матеріалу:

Визначення маси відходів заготовки:

$m_{\text{ВВЗ}}=10\%$ від m заготовки;

$m_{\text{ВВЗ}} = 23 \cdot 0,1 = 2,3 \text{ кг}$.

За формулою визначаємо K_m

$$K_m = \frac{M_d}{M_3 + m_{\text{ВВЗ}}} \quad (2.3)$$

$$K_m = \frac{6,6}{23 + 2,3} = 0,26$$

Отримане значення коефіцієнтів відповідають рівню ЕСТП. Підвищення коефіцієнтів використання заготовки та матеріалу можливо досягнути шляхом ускладнення конструкції штампа, а це одразу збільшує його собівартість та зменшує надійність. Тому приймаємо обраний метод отримання заготовки –штампована на пресах, який дозволяє отримати необхідні механічні властивості, для довговічності роботи деталі і всього вузла.

Зобразимо заготовку з розмірами на рис. 2.1.

Таблиця 2.7 – Позначення розмірів на заготовці

Деталь	Заготовка
d220 M5	d1
d190 f7	d2
D160 H9	d3
170 H14	l1
133 H14	l2
D120 H5	d4
120 H14	l3

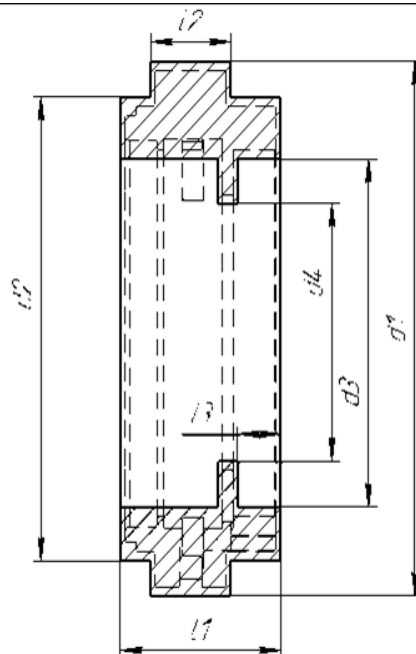


Рисунок 2.1 – Схема заготовки

Призначаємо технічні вимоги до заготовки:

1. Гр. III 12X18H10T HB600 ГОСТ 25054-81.
2. Поковка штампована на пресах.
3. Клас точності – Т4, група сталі – М1, ступінь складності – С3, вихідний індекс – 14.
4. Незазначені радіуси заокруглень – R 5...6 мм.
5. Штампувальні ухили – 5°.
6. Допустима величина зсуву по поверхні рознімання штампа - 1 мм.
7. Маркірувати номер замовлення, номер позиції ударним способом шрифтом 3 ... 5 ГОСТ 2930 - 62.
8. Шорсткість поверхонь поковки Ra 20 мкм.

2.3 Розрахунок припусків на оброблення поверхні обертання

Величина припуску впливає на собівартість виготовлення деталі. При збільшеному припуску підвищуються витрати праці, витрата матеріалу та інші виробничі витрати, а при зменшеному доводиться підвищувати точність заготовки, що також збільшує собівартість виготовлення деталі.

Для отримання деталей більш високої якості необхідно при кожному технологічному переході механічної обробки заготовки передбачати виробничі похибки, що характеризують відхилення розмірів, геометричні відхилення форми поверхні, мікронерівності, відхилення розташування поверхонь. Всі ці відхилення повинні знаходитися в межах поля допуску на розмір поверхні заготовки.

Згідно завдання проводиться розрахунок припусків для зовнішньої поверхні тіла обертання $\varnothing 190f9$.

Таблиця 2.8 – Маршрут обробки поверхні $\varnothing 190f9$

Назва операції (перехода)	Квалітет точності IT	Параметр шорсткості Ra, мкм
Заготівельна	IT15	25
Точіння напівчистове	h12	6,3
Точіння чистове	f9	1,6

Величина мінімального припуску при обточуванні циліндричної поверхні заготовки:

$$2Z_{\min} = 2 \left(Rz_{(i-1)} + T_{(i-1)} + \sqrt{\rho_{(i-1)}^2 + \sum y_i^2} \right) \quad (2.4)$$

де Rz_{i-1} – висота мікронерівностей профілю на попередньому переході (операції), мкм;

h_{i-1} – глибина дефектного поверхневого шару на попередньому переході (операції) (обезвуглероджений або вибілений шар), мкм;

ρ_{i-1} – сумарні значення просторових відхилень форми на попередньому переході (операції), мкм.

$\sum y$ – похибки установки заготовки

Підставивши вибрані (Rz , T , $\sum y$) і розраховані (ρ) значення в формулу (1.9) визначаються мінімальні припуски на відповідних переходах:

$$2Z_{\min П/Ч} = 2 \cdot (250 + 250 + \sqrt{760^2}) = 2520 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\min ЧИС} = 2 \cdot (125 + 125 + \sqrt{350^2 + 50^2}) = 1207 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\min ОЗД} = 2 \cdot (70 + 80 + \sqrt{110^2 + 30^2}) = 530 \text{ мкм};$$

Допуск заготовки $\delta_{\text{зар}}$ визначений у п.1.4 і дорівнює $\delta_{\text{зар}}=3,6$ мм ($es=2,4$ мм; $ei=-1,2$ мм).

Допуски по переходах визначаються по [9]:

– для точіння напівчистового: $\delta_{\text{п/ч}}=0,46$ мм ($es=0$ мм; $ei=-0,46$ мм);

– для точіння чистового: $\delta_{\text{чист}}=0,215$ мм ($es=-0,050$ мм; $ei=-0,165$ мм).

Стадія чистова:

$$d_{\text{номЧС}}=190$$

$$d_{\min \text{ЧС}} = d_{\text{номЧС}} - ei_{\text{ЧС}} = 190 - 0,165 = 189,835 \text{ мм} \quad (2.5)$$

$$d_{\max \text{ЧС}} = d_{\text{номЧС}} - es_{\text{ЧС}} = 190 - 0,050 = 189,95 \text{ мм} \quad (2.6)$$

$$2Z_{\max\text{чс}} = 2Z_{\min\text{чс}} + T_{d\text{чс}} + e_{i\Pi/\text{ч}} = 1207 + 115 + 460 = 1105 = 1,782 \text{ мм} \quad (2.7)$$

Стадія напівчистова:

$$d_{\max\Pi/\text{ч}} = d_{\text{ном}\Pi/\text{ч}} = d_{\min\Pi/\text{ч}} + e_{i\Pi/\text{ч}} = 191,207 + 0,46 = 191,667 \text{ мм} \quad (2.8)$$

$$d_{\min\Pi/\text{ч}} = d_{\text{ном}\text{чис}} + 2Z_{\min\text{чис}} = 190 + 1,207 = 191,207 \text{ мм} \quad (2.9)$$

$$2Z_{\max\Pi/\text{ч}} = 2Z_{\min\Pi/\text{ч}} + e_{i\Pi/\text{ч}} + T_{d\text{ЗАГ}} = 2520 + 46 + 3600 = 6166 = 6,166 \text{ мм} \quad (2.10)$$

Стадія заготівельна:

$$d_{\max\text{ЗАГ}} = d_{\text{ном}\text{ЗАГ}} + e_{s\text{ЗАГ}} = 195,387 + 2,4 = 197,787 \text{ мм} \quad (2.11)$$

$$d_{\text{ном}\text{ЗАГ}} = d_{\min\text{ЗАГ}} + e_{i\text{ЗАГ}} = 194,187 + 1,2 = 195,387 \text{ мм} \quad (2.12)$$

$$d_{\min\text{ЗАГ}} = d_{\text{ном}\Pi/\text{ч}} + 2Z_{\min\Pi/\text{ч}} = 191,667 + 2,52 = 194,187 \text{ мм} \quad (2.13)$$

Таблиця 2.9 – Вихідні та розрахункові дані на заданий розмір

Технологічні операції (переходи)	Елементи припуску, мкм				Елементи припуску, мм			Розрахунок розмірів, мм		
	Rz _{i-1}	T _{i-1}	ρ _{i-1}	Σу	2Z _{min}	2Z _{nom}	2Z _{max}	d _{min}	d _{nom}	d _{max}
Заготівельна	250	250	760	-	-	-	-	194,187	195,387	197,787
Точіння напівчистове	125	125	350	50	2,52	3,52	6,166	191,207	191,667	
Точіння чистове	70	80	110	30	1,207	2,007	1,782	189,835	190	189,95

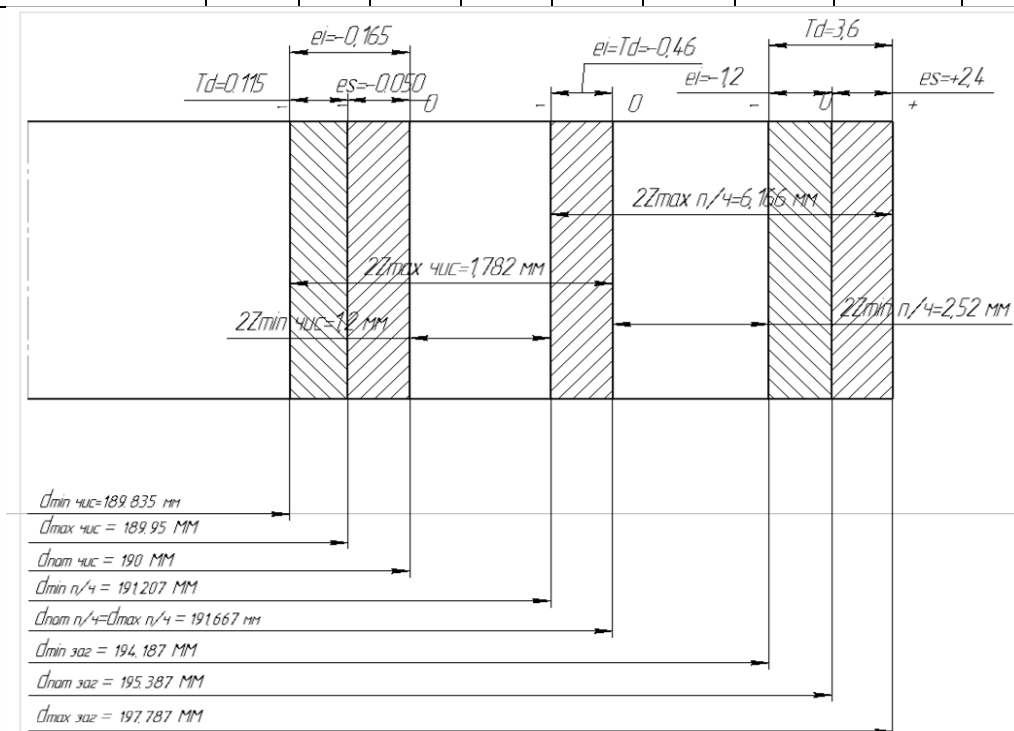


Рисунок 2.2 – Схема розміщення припусків на обробку діаметрального розміру $\varnothing 190f9$ мм

2.4 Призначення та обґрунтування схем базування та закріплення заготовки

Велику роль відіграє правильне встановлення та закріплення заготовки на верстаті. Установка складається з базування, тобто орієнтації заготовки щодо виконавчих органів верстата, інструменту або траєкторії його переміщення, і закріплення, тобто докладання зусиль до заготівлі для фіксації положення заготовки, досягнутого при базуванні.

Поверхня, використовувана для базування, повинна відповідати таким вимогам:

- великі розміри, геометрично правильна форма;
- низька шорсткість поверхні (без задирів, напливів, буртиків, залишків ливникової системи і т.д.); безпосередня розмірна зв'язок з оброблюваною поверхнею, близьке розташування до оброблюваної поверхні;
- відсутність значущих деформацій і низькою жорсткості базових поверхонь;
- використання принципу сталості баз;
- можливість простого і зручного закріплення заготовки.

Для розгляду в цьому пункті було обрано операцію 035 Фрезерна з ЧПК. На даній операції здійснюється багатоцільова обробка деталі (фрезерні та свердловальні операції). Використання вертикально-фрезерного верстата передбачає встановлення заготовки в горизонтальному положенні.

Найбільшої точності обробки деталі можна досягнути у випадку, коли увесь процес обробки ведеться від однієї бази і з однієї установки, оскільки можливі зміщення при кожній новій установці вносять погрішності у взаємне розташування осей і поверхонь. Так як у багатьох випадках повна обробка деталі з одного установка неможлива, а також якщо необхідна обробка на інших

верстатах, то з метою досягнення необхідної точності усі наступні установи деталі необхідно виконувати на одних і тих же базах.

Принцип постійності бази полягає у тім, що для виконання усіх операцій обробки деталі використовується одна базова поверхня. Якщо по характеру обробки це не можливо то у як остіново ї бази вибирають оброблену поверхню, яка визначається найбільш точними розмірами до основних, виконавчих поверхонь деталі. При виборі баз для підвищення точності необхідно використовувати одну і ту ж поверхню на різних операціях. Так завжди доцільно у якості вимірювальної приймати і установочну базу. Ще більшої точності досягають у випадку, коли складальна база являється одночасно і установочною і вимірювальною. В цьому заключний принцип суміщення баз.

Відповідно для досягнення найбільшої точності оброблюваних пазів та отворів необхідно дотримуватися приинцип сумісності баз.

Найдоцільніше використати встановлювальне кільце, яке забезпечить достатню для обробки точність та силовим механізмом закріпити заготовку, для унеможливлення зсуву. Враховуючи це, можна використати наступну схему базування. Деталь позбавляється 5-тиступенів волі. Установочна база– торець деталі, позбавляє деталь 3-х ступенів волі (переміщення по осі z та обертання по осі xx та y). Подвійна опорна база – внутрішній центральний отвір, позбавляє деталь 2-х ступенів волі (переміщення по осі x та y). Схема базування деталі наведена в таблиці 2.11.

Таблиця 2.10 –Зв'язки, забезпечувані базами

База	Забезпечені зв'язки	Позбавлені ступені волі
УБ	1,2,3	I, V, VI
ПОБ	4,5	II, III

Таблиця 2.11 –Матриця зв'язків.

УБ	X	Y	Z	
	0	0	1	↔

	1	1	0	○
ПОБ	1	1	0	↔
	0	0	0	○

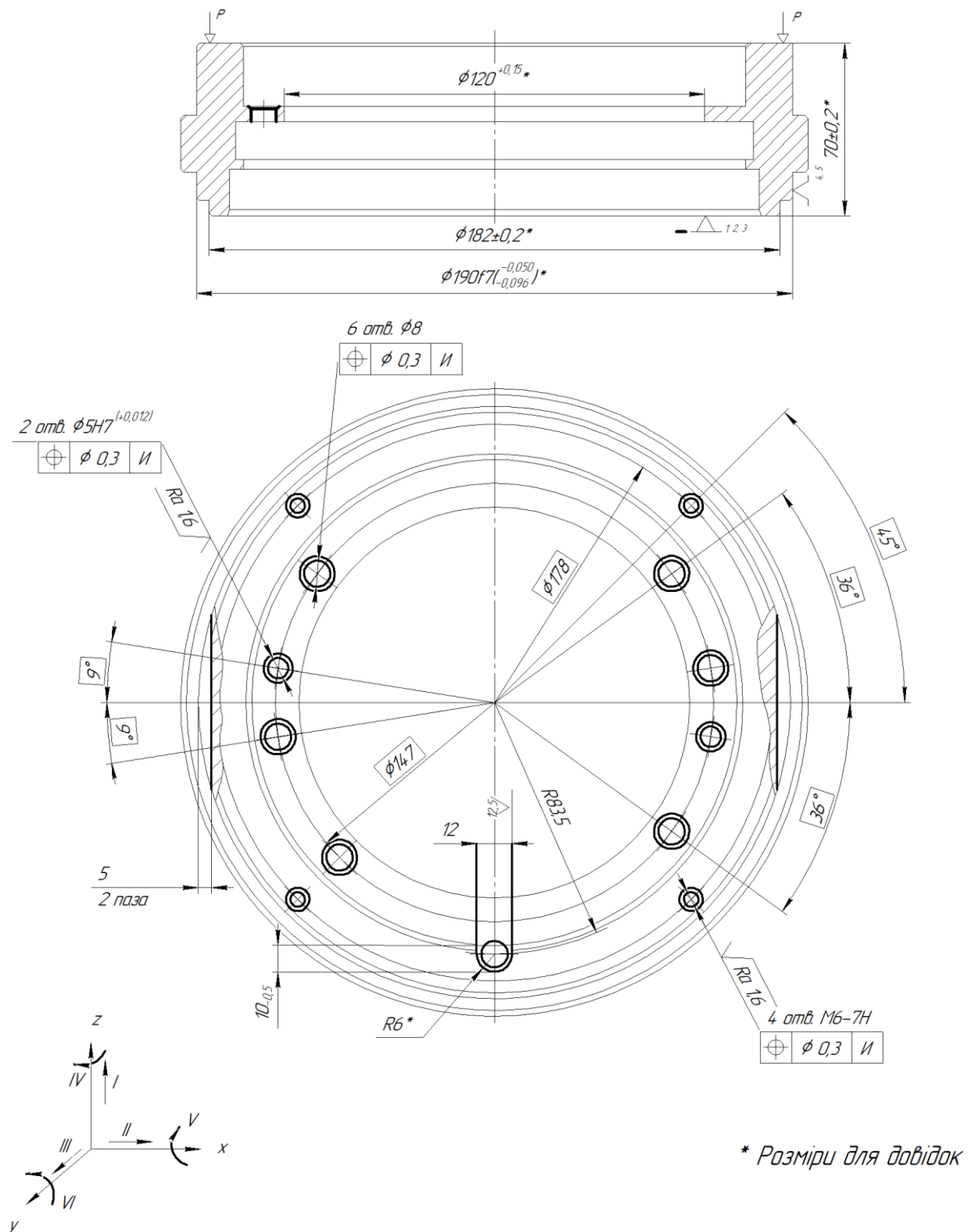


Рисунок 2.3 – Перший варіант схеми базування деталі

В пристрої заготовка встановлюється в кільце(установочна та подвійна опорна база).

Визначення похибки базування:

Для отримання необхідної точності оброблюваної деталі потрібно, щоб виконувалася умова: $\varepsilon_B \leq \varepsilon_{\text{доп}}$,

де ε_B – дійсна похибка базування, мм;

$\varepsilon_{\text{доп}}$ – допустима похибка базування, мм.

Дійсна похибка базування визначається за формулою:

$$\varepsilon_B = \frac{\delta_D + \delta_{\text{ЭП}}}{2},$$

де δ_D – допуск зовнішнього діаметра деталі $\varnothing 190f7\begin{matrix} -0,050 \\ -0,096 \end{matrix}$,

$\delta_D = 0,046$ мм;

$\delta_{\text{ЭП}}$ – допуск внутрішнього діаметра елемента.

Пристрій $\varnothing 190H7\begin{matrix} -0,046 \end{matrix}$, $\delta_{\text{ЭП}} = 0,046$ мм.

$$\varepsilon_B = \frac{0,046 + 0,046}{2} = 0,046 \text{ мм.}$$

Допустима похибка базування визначається за формулою:

$$\varepsilon_{\text{доп}} = \delta - \omega,$$

де δ – допуск на розмір деталі (допуск позиціонування отворів):

$\delta = 0,3$ мм;

ω – точність обробки деталі, що досягається при виконанні даної операції: $\omega = 0,05$ мм.

$\varepsilon_{\text{доп}} = 0,30 - 0,05 = 0,25$ мм.

Умова виконується ($0,046 \text{ мм} < 0,25 \text{ мм}$), отже, обробка на даній операції можлива і буде досягнута необхідна точність. Розглянемо другий варіант базування та закріплення заготовки.

$$\varepsilon_G \neq 0$$

Так як вимірювальна база не співпадає з технологічною.

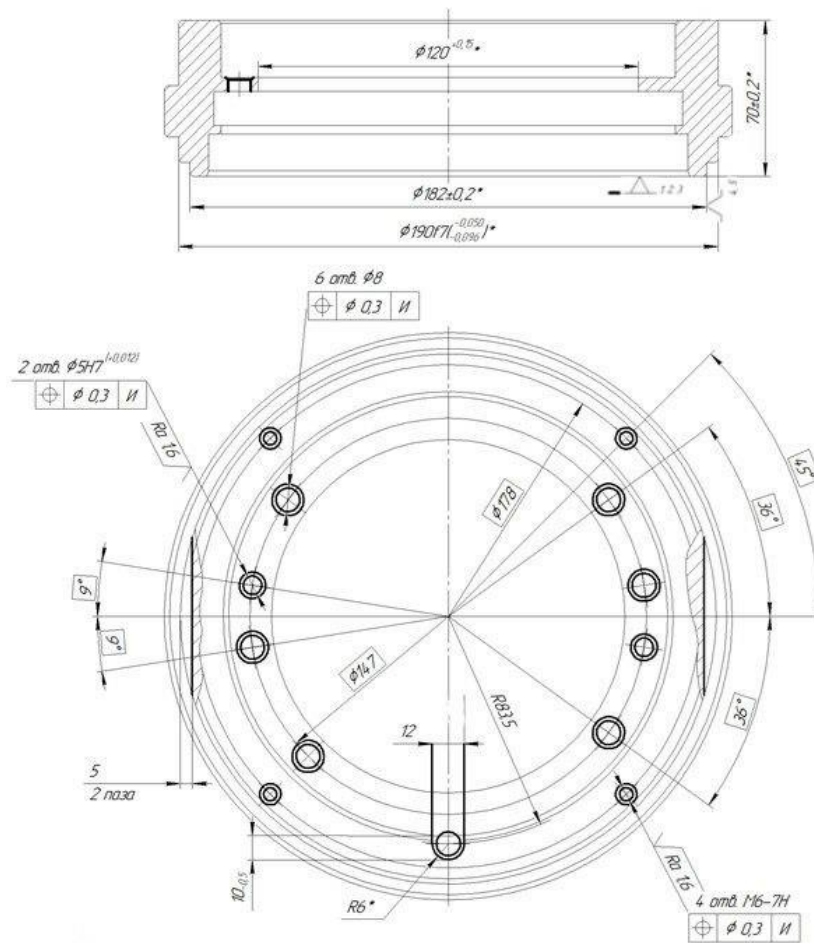


Рисунок 2.4 – Другий варіант схеми базування

$$\varepsilon_6 = T = 185 \text{ мкм}$$

Оскільки $T = 185 \text{ мкм}$, то похибка базування $\varepsilon_6 = 460 \text{ мкм}$ значно перевищує допуск, що недопустимо, тому що може привести к виникненню браку.

2.5 Обґрунтування та вибір моделей металорізальних верстатів

Металорізальний верстат вибирається виходячи з вимог до якості поверхні, яку необхідно отримати, необхідної потужності двигунів, габаритів, типу виробництва, кількості інструментів на даній операції.

Для операції 035 – фрезерна з ЧПК пропонуємо використовувати фрезерний верстат моделі DOOSAN HM 1000/1250.

При виборі обладнання з огляду на технологічні методи обробки поверхонь на даній операції (на операції проводиться свердління отворів та фрезерування пазів) прийшли до висновку, що даний верстат відповідає більшості вимогам для отримання технологічної деталі.

Розглянемо технічні характеристики верстата приведені в таблиці 2.12.

Таблиця 2.12 – Технічні характеристики верстата мод. Doosan HM 1000/1250

Розміри робочої поверхні столу (ширина x довжина), мм	1250 x 1000
Переміщення по осі X/Y/Z, мм	2100/1250/1250
Найбільша маса встановлюваної деталі, кг	3000
Тип закріплення інструменту в шпинделі	BT/CAT/DIN 50
Найбільша частота обертання шпинделя, об/хв	6000
Потужність електродвигуна шпинделя, кВт	26
Максимальна швидкість прискореного переміщення, мм/хв	12000
Кількість інструментів в магазині верстату, шт	60
Час зміни інструменту, сек	10
Габарити верстата, мм	9657x5822x3885
Маса, кг	29000

Верстат було вибрано відповідно до рекомендації по вибору обладнання в середньосерійному виробництві. Цей верстат оснащений системою ЧПК, що дозволяє робити його швидко переналагодження на обробку інших деталей.

2.6 Обґрунтування та вибір верстатних пристроїв, різального та вимірювального інструментів

Виходячи з типу виробництва, для середньосерійного типу виробництва рекомендується застосовувати пристрій з механізованим приводом.

Застосування спеціального пристосування з механізованим приводом дозволить знизити трудомісткість обробки, збільшити точність виготовлення, продуктивність праці, час виготовлення та дозволить зменшити кваліфікацію робітника, що виконує обробку. Орієнтовно в заданих умовах слід визнати найбільш раціональну систему універсальних без налагоджувальних пристосувань.

Дане пристосування застосовується для установки і закріплення групи деталей, близьких по конструктивно-технологічним розмірам, способам обробки і за спільністю настановних поверхонь.

Пристосування повинне забезпечувати можливість обробки 2 отворів $\varnothing 5H7$, які мають вимоги по взаємному розташуванню – позиційний допуск 0,3 мм; 6 отворів $\varnothing 8$, які мають вимоги по взаємному розташуванню – позиційний допуск 0,3 мм; 4 отвори М6-7H, які мають вимоги по взаємному розташуванню – позиційний допуск 0,3 мм; обробки 2 пазів 5 мм, з допуском 0,3 мм, та трьох пазів 17 мм. Шорсткість отриманих поверхонь повинна бути рівно 6,3 мкм по Ra.

Для обробки отворів та пазів використовуються такий ріжучий інструмент:

1. Свердло SD203A-C4.5-5.0-16.5-8R1
2. Свердло Bosch Multi Construction 6x100мм
3. Свердло Bosch 6HSS-G8x75x117mm(2.608.595.072)
4. Свердло SD203A-C45-10.0-30.0-14R1
5. Кінцева фреза D12.0 MDA311120
6. Диска фреза D32. P6M52254-2008

При обробці застосовуємо мастильно-охолоджуюча рідина 7-10% Укрінол-1 ТУ 38–101197–76 для можливості здійснення обробки з більш високими швидкостями різання.

Допоміжні інструменти для даної не потрібні так як всі ріжучі інструменти безпосередньо встановлюються в різцетримач верстата.

Оскільки отвори мають вимоги по точності розмірів та шорсткості використовується вимірювальний інструмент: спеціальні калібр-пробки ГОСТ 14810-69; штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-2 ГОСТ 166-89, зразки шорсткості ГОСТ 9378-93*.

2.7 Визначення режимів різання та технічне нормування операцій

Визначаємо режим різання для операції 020 токарна з ЧПК

Таблиця 2.13 – Для чорнової стадії оброблення

	Стадії					
	Чорнова					
	1(f9)	2(H14)	3(H11)	4(H9)	5(H14)	6(H10)
Глибина t, мм	2,20	1,05*2	2,20	2,0	1,05*2	1,70
Подача ,S _o , мм/об	1,30	0,83	1,30	0,83	0,83	0,83
Табл.швид.різ.V _T , м/хв	110	140	110	140	140	140
Розр.обор., n=1000V _T /πd	184,3	234,5	159,2	278,5	371,4	371,4
Потужн. різ., N кВт	12	11	12	11	11	11
Хв.подача, S _M , мм/хв	240	195	207	231	308	308

$$n = \frac{1000V_T}{\pi d}; \quad (2.1)$$

Проводимо розрахунки:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 110}{\pi 190} = 184.3 ;$$

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 140}{\pi 190} = 234.5 ;$$

$$n_3 = \frac{1000 \cdot 110}{\pi 220} = 159.2 ;$$

$$n_4 = \frac{1000 \cdot 140}{\pi 160} = 278.5 ;$$

$$n_5 = \frac{1000 \cdot 140}{\pi 120} = 371.4 ;$$

$$n_6 = \frac{1000 \cdot 140}{\pi 120} = 371.4$$

$$S_M = n \cdot S_O \text{ мм/хв}; \quad (2.2)$$

Проводимо розрахунки:

$$S_{M1} = 184.3 \cdot 1.30 = 240 \text{ мм/хв};$$

$$S_{M2} = 234.5 \cdot 0.83 = 195 \text{ мм/хв};$$

$$S_{M3} = 159.2 \cdot 1.30 = 207 \text{ мм/хв};$$

$$S_{M4} = 278.5 \cdot 0.83 = 231 \text{ мм/хв};$$

$$S_{M5} = 371.4 \cdot 0.83 = 308 \text{ мм/хв};$$

$$S_{M6} = 371.4 \cdot 0.83 = 308 \text{ мм/хв}.$$

Таблиця 2.14 – Для напівчистої стадії оброблення

	Стадії			
	Напівчистова			
	1(f9)	3(H11)	4(H9)	6(H10)
Глибина t, мм	1,10	1,10	1,0	1,0
Подача, S _o , мм/об	0,49	0,88	0,83	0,83
Табл.швид.різ. V _T , м/хв	185	140	185	185
Розр.обор., n=1000V _T /πd	309,8	202,1	368,2	490,4
Потужн. різ., N кВт	8,2	11	8,2	8,2
Мін.подача, S _M , мм/хв	152	194	180	240

$$n = \frac{1000V_T}{\pi d}; \quad (2.3)$$

Проводимо розрахунки:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 185}{\pi 190} = 309,8;$$

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 140}{\pi 220} = 202,1;$$

$$n_3 = \frac{1000 \cdot 185}{\pi 160} = 368,2;$$

$$n_4 = \frac{1000 \cdot 185}{\pi 120} = 490,4.$$

$$S_M = n \cdot S_O \text{ мм/хв}; \quad (2.4)$$

Проводимо розрахунки:

$$S_{M1} = 310 \cdot 0,49 = 152 \text{ мм/хв};$$

$$S_{M2} = 202 \cdot 0,88 = 194 \text{ мм/хв};$$

$$S_{M3} = 368 \cdot 0,49 = 180 \text{ мм/хв};$$

$$S_{M4} = 490 \cdot 0,49 = 240 \text{ мм/хв}.$$

Таблиця 2.15 – Для чистової стадії оброблення

	Стадії			
	Чистова			
	1(f9)	3(H11)	4(H9)	6(H10)
Глибина t, мм	0,5	0,5	0,8	0,9
Подача, S _o , мм/об	0,45	0,45	0,22	0,22
Табл.швид.різ. V _T , м/хв	235	235	265	265
Розр.обор., n=1000V _T /πd	393,7	340	527,2	702,9
Потужн. різ., N кВт				
Мін.подача, S _M , мм/хв	177	153	115	154

$$n = \frac{1000V_T}{\pi d}; \quad (2.5)$$

Проводимо розрахунки:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 235}{\pi 190} = 393,7;$$

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 235}{\pi 220} = 340;$$

$$n_3 = \frac{1000 \cdot 265}{\pi 160} = 527,2;$$

$$n_4 = \frac{1000 \cdot 265}{\pi 120} = 702,9;$$

$$S_M = n * S_0 \text{ мм/хв}; \quad (2.6)$$

Проводимо розрахунки:

$$S_{M1} = 393,7 * 0,45 = 177 \text{ мм/хв};$$

$$S_{M2} = 340 * 0,45 = 153 \text{ мм/хв};$$

$$S_{M3} = 527,2 * 0,22 = 115 \text{ мм/хв};$$

$$S_{M4} = 702,9 * 0,22 = 154 \text{ мм/хв}.$$

Вибір режимів різання для 035 фрезерної операції.

Таблиця 2.16 – Для свердління Ø5Н7

	T _м	K _р	t _р	D _{ц.р.}	D _{ц.ф.}	S _о	V _T	n	N	S _м	P _T
Зацент.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Свердл.	-	-	1,6	3,2	3,2	0,15	26,5	1687	0,40	253,05	1156
Розт.чор.	0,18	2,4	0,4	3,2	4,8	0,68	9,7	617,5	0,87	419,9	95,0
Розт.нап.ч.	0,09	1	0,1	-	5	0,70	12,8	814,9	0,50	570,4	34,0

$$n = \frac{1000V}{\pi d}; \quad (2.7)$$

Проводимо розрахунки:

$$n = \frac{1000 \cdot 26.5}{\pi \cdot 5} = 1687;$$

$$n = \frac{1000 \cdot 9.7}{\pi \cdot 5} = 617,5;$$

$$n = \frac{1000 \cdot 12.8}{\pi \cdot 5} = 814,9.$$

$$S_m = n * S_o \text{ мм/хв}; \quad (2.8)$$

Проводимо розрахунки:

$$S_m = 1687 * 0,15 = 253,05 \text{ мм/хв};$$

$$S_m = 617,5 * 0,68 = 419,9 \text{ мм/хв};$$

$$S_m = 814,9 * 0,70 = 570,4 \text{ мм/хв}.$$

Таблиця 2.17 – Для свердління Ø8

	T _М	K _р	t _р	D _{ц.р.}	D _{ц.ф.}	S _о	V _Т	n	N	S _М	P _Т
Зацент.	-	-	2,5	-	5	-	-	-	-	-	-
Свердл.	-	-	4	8	8	0,19	25,5	1014,6	0,64	192,8	1885

$$n = \frac{1000V}{\pi d}; \quad (2.9)$$

Проводимо розрахунки:

$$n = \frac{1000 * 25,5}{\pi * 8} = 1014,6;$$

$$S_m = n * S_o \text{ мм/хв}; \quad (2.10)$$

Проводимо розрахунки:

$$S_m = 1014,6 * 0.19 = 192,8 \text{ мм/хв}.$$

Таблиця 2.18 – Для свердлування Ø12

	T _М	K _р	t _р	D _{ц.р.}	D _{ц.ф.}	S _о	V _Т	n	N	S _М	P _Т
Зацент.	-	-	2,5	-	5	-	-	-	-	-	-
Свердл.	-	-	6	12	12	0,29	21,6	572,9	1,10	166,1	3755

$$n = \frac{1000V}{\pi d}; \quad (2.11)$$

Проводимо розрахунки:

$$n = \frac{1000 * 21,6}{\pi * 12} = 572,9;$$

$$S_m = n * S_o \text{ мм/хв}; \quad (2.12)$$

Проводимо розрахунки:

$$S_m = 572,9 * 0,29 = 166,1 \text{ мм/хв.}$$

Таблиця 2.19 – Для різьбонарізання М6-7Н

	t_p	$D_{ц.р.}$	S_o	V_T	n	N	S_M	P_T	$M_{рт}$
Зацент.	2,5	5	-	-	-	-	-	-	-
Свердл.	2,5	5	0,15	26,5	1687	0,40	253,1	1156	-
Зенков.	0,64	15	0,58	25,2	534,8	1,05	310	218	-
Різьбонар.	0,64	6	-	8,7	461,5	0,13	-	6	0,4

$$n = \frac{1000V}{\pi d}; \quad (2.13)$$

Проводимо розрахунки:

$$n = \frac{1000 * 21,5}{\pi * 5} = 1687;$$

$$n = \frac{1000 * 8,7}{\pi * 6} = 461,5.$$

$$S_m = n * S_o \text{ мм/хв}; \quad (2.14)$$

$$S_m = 1687 * 0,15 = 253,1 \text{ мм/хв.}$$

Таблиця 2.20 – Для фрезерування $\varnothing 12$

	T	V_T	n	N	S_M	S_o
$\varnothing 12$	1,0	342	9071,8	6,50	725,7	0,08

$$n = \frac{1000V}{\pi d}; \quad (2.15)$$

$$n = \frac{1000 * 342}{\pi * 12} = 9071,8;$$

$$S_m = n * S_o \text{ мм/хв}; \quad (2.16)$$

$$S_m = 9071,8 * 0,08 = 725,7 \text{ мм/хв.}$$

Таблиця 2.21 – Для фрезерування $\varnothing 60$

	T	V _T	n	N	S _M	S _o
Ø60	1,0	300	1591,5	7,20	175,1	0,11

$$n = \frac{1000V}{\pi d}; \quad (2.17)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 300}{\pi \cdot 60} = 1591,5;$$

$$S_m = n \cdot S_o \text{ мм/хв}; \quad (2.18)$$

$$S_m = 1591,5 \cdot 0,11 = 175,1 \text{ мм/хв}.$$

Таблиця 2.22 – Час автоматичної роботи на кожній ділянці траєкторії

	Li, мм	S _M , мм/хв	To, хв	T _{MВ} , хв
М6-7Н				
Центрування	2393	2000	-	1,1
	120	200	0,6	-
Свердління	2393	2000	-	1,2
	360	253	1,4	-
Зенкування	2393	2000	-	1,2
	360	310	1,16	-
Різьбонарізання	2393	2000	-	1,2
	360	461,5	0,78	-
Ø5Н7				
Центрування	1338	2000	-	0,012
	24	200	0,12	-
Свердління	1338	2000	-	0,67
	50	253	0,2	-
Розт.чорн.	1338	2000	-	0,67
	50	420	0,12	-
Розт.нап/ч.	1338	2000	-	0,67
	50	570	0,09	-
Ø8Н14				
Центрування	2516	2000	-	0,036

	72	200	0,36	-
Свердління	2516	2000	-	1,26
	150	193	0,8	-
Ø12Н14				
Центрування	1213,4	2000	-	0,61

Таблиця 2.23 – Розрахунок операції №035

	Li, мм	Sm, мм/хв	To, хв.	Tмв, хв.
М6-7Н				
Центрування	2393	2000	-	1,1
	120	200	0,6	-
Свердлування	2393	2000	-	1,2
	360	253	1,4	-
Зенкування	2393	2000	-	1,2
	360	310	1,16	-
Різьбонарізання	2393	2000	-	1,2
	360	461,5	0,78	-
Ø5Н7				
Центрування	1338	2000	-	0,012
	24	200	0,12	-
Свердління	1338	2000	-	0,67
	50	253	0,2	-
Розт.чорн.	1338	2000	-	0,67
	50	420	0,12	-
Розт.нап/ч.	1338	2000	-	0,67
	50	570	0,09	-
Ø8Н14				
Центрування	2516	2000	-	0,036
	72	200	0,36	-
Свердління	2516	2000	-	1,26
	150	193	0,8	-
Ø12Н14				
Центрування	1213,4	2000	-	0,61
	30	200	0,15	-
Свердління	1213,4	2000	-	0,61
	52,5	166	0,32	-

	Li, мм	Sm, мм/хв	To, хв	Tмв, хв
М6-7Н				
Центрування	2393	2000	-	1,1
	120	200	0,6	-
Свердління	2393	2000	-	1,2
	360	253	1,4	-
Зенкування	2393	2000	-	1,2
	360	310	1,16	-
Різьбонарізання	2393	2000	-	1,2
	360	461,5	0,78	-
Ø5Н7				
Центрування	1338	2000	-	0,012
	24	200	0,12	-
Свердління	1338	2000	-	0,67
	50	253	0,2	-
Розт.чорн.	1338	2000	-	0,67
	50	420	0,12	-
Розт.нап/ч.	1338	2000	-	0,67
	50	570	0,09	-
Ø8Н14				
Центрування	2516	2000	-	0,036
	72	200	0,36	-
Свердління	2516	2000	-	1,26
	150	193	0,8	-
Ø12Н14				
Центрування	1213,4	2000	-	0,61
	30	200	0,15	-
Свердління	1213,4	2000	-	0,61
	52,5	166	0,32	-

Технічне нормування праці – це сукупність методів та прийомів по виявленню резервів робочого часу та встановленню необхідної мірки праці.

Визначаємо норми штучного часу $T_{шт}$:

$T_{шт}$ – норма штучного часу – це час на виконання об'єму праці, що дорівнює одиниці нормування.

$$T_{шт} = (T_{ца} + T_{в} \cdot K_{тв}) (1 + (a_{тех} + a_{орг} + a_{отл}) / 100) \quad (2.19)$$

де $T_{ца}$ – це час циклу автоматичної роботи верстату по заданій програмі.

$$T_{ца} = T_o + T_{мв} \quad (2.20)$$

де T_o – норма основного часу

$$T_o = i \cdot (L_{рх} / S_{мрх}) \quad (2.21)$$

де i – кількість проходів,

$L_{рх}$ – довжина робочого ходу інструменту;

$S_{мрх}$ – хвилинна подача робочого ходу інструменту;

$T_{мв}$ – норма машинно-допоміжного часу.

$$T_{мв} = T_{мви} + T_{мвхх} \quad (2.22)$$

де $T_{мви}$ – норма машинно-допоміжного часу, пов'язана з автоматичною зміною інструменту (визначається за паспортом верстату).

Час фіксації і розфіксації револьверної головки $T_{иф} = 2$ с.

Час повороту револьверної головки на одну позицію $T_{ип} = 2$ с.

Тобто для різця №1 $T_{мви}$ буде дорівнювати: $T_{мви} = (2 \cdot 2 + 2) / 60 = 0,1$ хв.

$T_{мвхх}$ – норма машинно-допоміжного часу, пов'язана з холостим ходом інструменту.

$$T_{мвхх} = L_{хх} / S_{мхх} \quad (2.23)$$

$L_{хх}$ – довжина холостого ходу,

$S_{мхх}$ – хвилинна подача холостого ходу.

Для визначення часу циклу автоматичної роботи верстату по заданій програмі користуюсь побудованими траєкторіями руху різців операції №020.

$$T_{шт} = 8,2. T_o = 5,3. T_{\epsilon} = 2,1.$$

Нормування токарної операції 025.

$$T_{шт} = 7,1. T_o = 4,19. T_{пз} = 24. T_{\epsilon} = 1,8.$$

Нормування фрезерної операції 035.

$$T_{шт} = 19,2. T_o = 13,7. T_e = 4,3.$$

$$T_{ца} = T_o + T_{мв} \quad (2.24)$$

$$T_{ца} = 1,59 + 0,42 = 2,01 \text{ хв.}$$

$$\Sigma T_o = 1,59 \text{ хв.};$$

$$\Sigma T_{мв} = 0,42 \text{ хв.}$$

$$T_{шт} = (T_{ца} + T_e \cdot K_{ТВ}) \cdot (1 + 7\%/100) \quad (2.25)$$

$$T_{шт} = (2,01 + 2,1 \cdot 0,93) \cdot (1 + 7/100) = 4,24$$

$T_{нз}$ - підготовчо заключний час на провідній операції.

$$T_{нз} = 4 + 2 + 2 + 2,5 + 0,8 + 0,15 + 4,0 + 0,4 = 15,85$$

Розрахунки для 035 операції.

$$T_{ца} = T_o + T_{мв} \quad (2.26)$$

$$T_{ца} = 6,1 + 11,12 = 17,22 \text{ хв.}$$

$$\Sigma T_o = 6,1 \text{ хв.};$$

$$\Sigma T_{мв} = 11,12 \text{ хв.}$$

$$T_{шт} = (17,22 + 4,3 \cdot 0,87) \cdot (1 + 8/100) = 22,63$$

$$T_{нз} = 8 + 2 + 0,8 + 10 + 1,2 = 22$$

2.9 Проєктування засобів технологічного оснащення

Проєктування верстатного пристрою на фрезерну з ЧПК операцію, яка виконується на верстаті моделі DOOSAN NM 1000/1250.

Уточнення мети технологічної операції.

На даній операції повинні формуватися такі розміри: 2 отворів $\emptyset 5H7$, має 2 фаски $0,5 \times 45^\circ$; 6 отворів $\emptyset 8$; 4 отвори М6-7Н; обробки 2 пазів 5 мм та трьох пазів 17 мм. Поверхні 2 отвори $\emptyset 5$, 4 отвори М6-7Н мм являються більш точними розмірами, а значить в відповідності з технічними вимогами на виготовлення деталі, допуск беремо по 7 квалітету точності [1, с. 46].

$$T_{\emptyset 5} = 12 \text{ мкм}$$

$$T_{\emptyset 4,95} = 12 \text{ мкм}$$

На всі діаметри отворів беремо допуск в відповідності з технічними вимогами на виготовлення деталі. На 6 отворів $\emptyset 8$ допуск беремо по 14 квалітету.

$$T_{\emptyset 8} = 360 \text{ мкм}$$

Лінійний розмір пазів 5 мм задан вільним, а значить його допуск по 14 квалітету точності [1, с. 46].

$$T_5 = 300 \text{ мкм}$$

Також є лінійний розмір паза 12 мм, який задан вільним, тому також його допуск встановлюється по 14 квалітету точності.

$$T_{12} = 430 \text{ мкм}$$

На кресленні рекомендується простановка таких відхилень хаданого розміру $5^{+0,30}$ мм; $12^{+0,43}$ мм.

Глибина отворів М6-7Н, яка дорівнює 15 мм також є більш точним розміром, а значить його допуск по 7 квалітету точності.

$$T_{15} = 18 \text{ мкм}$$

На кресленні рекомендується простановка цього отвору, як $15^{+0,1}$ мм.

Глибина отвору $\emptyset 5$, яка дорівнює 10 мм відповідає допуску по 7 квалітету точності.

$$T_{10} = 15 \text{ мкм}$$

На кресленні рекомендується простановка цього отвору, як 10^{+1} мм.

Вільний розмір інших поверхонь проставляємо аналогічно попереднім лінійним розмарам:

- $\emptyset 8$ мм, глибина якого становить 10 мм,

$$T_{10} = 360 \text{ мкм}$$

На кресленні рекомендується простановка цього розміру, як $10^{+0,36}$ мм.

- розмір 1, який задає величину $1 \times 45^\circ$ мм.

$$T_1 = 250 \text{ мкм}$$

На кресленні рекомендується простановка цього розміру, як $1^{+0,25}$ мм.

- розмір 0,5 мм, який задає величину 0,5x45°мм.

$$T_{0,5} = 250 \text{ мкм}$$

На кресленні рекомендується простановка цього розміру, як 0,5^{+0,25}мм.

- розмір R6, який задає положення 1 отвору

$$T_6 = 300 \text{ мкм}$$

На кресленні рекомендується простановка цього розміру, як 6^{+0,30}мм.

Кутові розміри фасок 1x45° і 0,5x45°, відповідають ± АТ16/2 ГОСТ 8908-81 (так як граничні відхилення на кресленні на них не задані) і всі вони обмежуються граничними відхиленнями, а саме 45° ± 1°.

точності. Іншими словами, адаптивні властивості настановних елементів пристрою повинні знаходитися в межах допусків зазначених розмірів.

Аналіз базових поверхонь

Конструкція пристрою буде забезпечувати базування заготовки по торцю та по внутрішньому центральному отвору.

Згідно креслення зовнішній торець $\varnothing 190f7$ оброблюється по IT7 [1, с. 46] знаходимо значення допуску:

$$T_{\varnothing 190} = 40 \text{ мкм,}$$

Це значить, що діаметр отвору виконаний з параметрами $\varnothing 190 f7^{(0,04)}$ мм. Довжина отвору $70 \pm 0,2$ мм. Відношення $l/d < 1$, що свідчить про можливість використовувати отвір як подвійну опорну базу.

Точність форми базових поверхонь

Допуск торцевого биття $\varnothing 190f7$ на кресленні не вказано, тому беремо таким, що дорівнює 60% від допуску на відповідність розміру:

$$T_{\uparrow \varnothing 190} = 0,6 \cdot 190 = 114 \text{ мкм,}$$

Згідно [1, с. 110] беремо найближче стандартне значення допуску циліндричності та круглості:

$$T_{\uparrow \varnothing 190} = 120 \text{ мкм,}$$

Це відповідає 9-му ступеню точності.

Річна програма випуску визначена в 2100 деталей. Така програма з урахуванням трудомісткості передбачає середньосерійний тип виробництва. Але проектування даного пристрою проводиться в навчальних цілях.

Заготовка буде оброблятися на верстатно-фрезерному верстаті DOOSAN NM 1000/1250 з системою ЧПК WL4M. Верстат призначений для обробки деталей складної конфігурації зі сталі, чавуну, кольорових і легких металів, а також інших матеріалів. Поряд з фрезерними операціями на верстаті можна робити точне свердління, розточування, зенкування і розгортання отворів.

Обробка на даній операції здійснюється свердлами, фрезою, цековки і зенковкой. Пристрій має обслуговуватися станочником 2-го розряду.

Складання переліку функцій, що реалізуються:

0. Переміщення і попередня орієнтація заготовки.
1. Базування заготовки.
2. Закріплення заготовки.
3. Базування пристрою на верстаті.
4. Закріплення пристрою на верстаті.
5. Підведення і відведення енергоносія.
6. Освіта вихідної сили для закріплення.
7. Управління енергоносієм.
8. Об'єднання функціональних вузлів (корпус).
9. Обробка поверхонь: свердлування отворів діаметрами $\varnothing 5$ мм, отвір $\varnothing 8$ мм, М6-7Н, фаски $1 \times 45^\circ$, $0,5 \times 45^\circ$.
10. Поворот столу на кут 75° .
11. Створення безпечних умов праці.

Виходячи з умов реалізації цих функцій і вимоги до результатів їх реалізації, здійснюємо пошук прототипів з накопиченого фонду технічних рішень. Перевагу віддаємо апробованим практикою стандартним технічним носіям функцій.

З набору функцій, виділимо ті які реалізуються в перебігу оперативного часу: 0, 1, 2, 5, 6, 7, 10. Функції 3, 4, 8 впливають на підготовчо-заключний час; функції 8, 11 прямого впливу на штучний час не роблять.

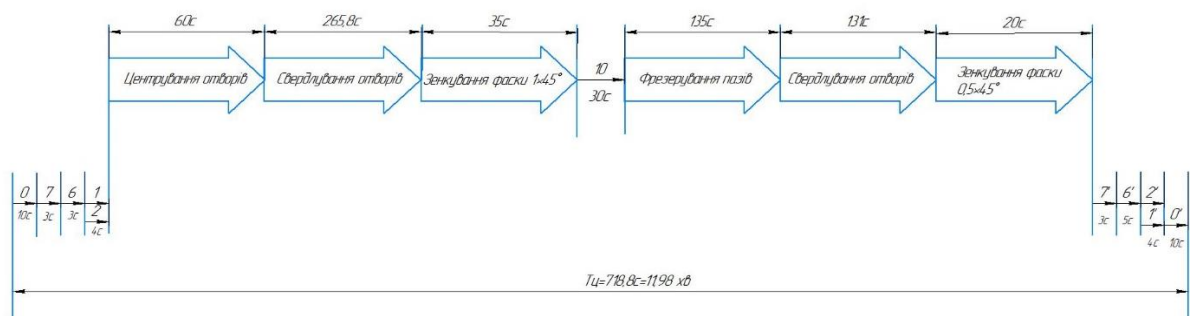


Рисунок 2.6 – Схема послідовного реалізування функції

Керуючись нормативами часу, складемо структуру потоку функцій при їх послідовній реалізації. Послідовна структура реалізації потоку функцій є найбільш тривалою за часом, проте в даному випадку це єдина можливість обробки заготовки на даній операції при дрібносерійному типі виробництва, де обробка ведеться по можливості стандартним ріжучим інструментом і суміщення переходів не представляється можливим.

Функціональна структура проектування пристрою представлена на рисунку 2.7.

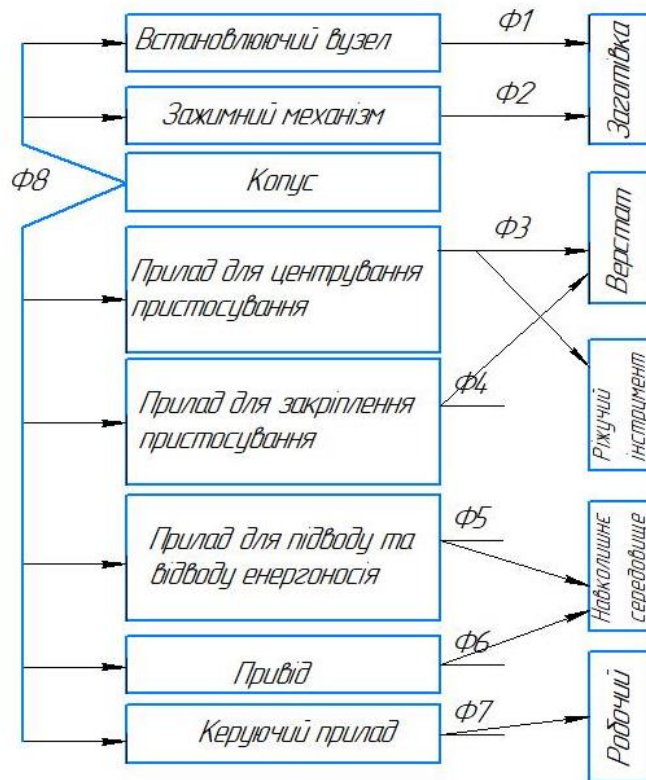


Рисунок 2.7 – Функціональна структура проектувального пристрою

Для визначення взаємного впливу поля сил, що обурюють і поля врівноважують сил побудуємо графічну модель сил, що обурюють у взаємозв'язку з прийнятою схемою базування і модель поля врівноважують сил, створюваних затискним механізмом.

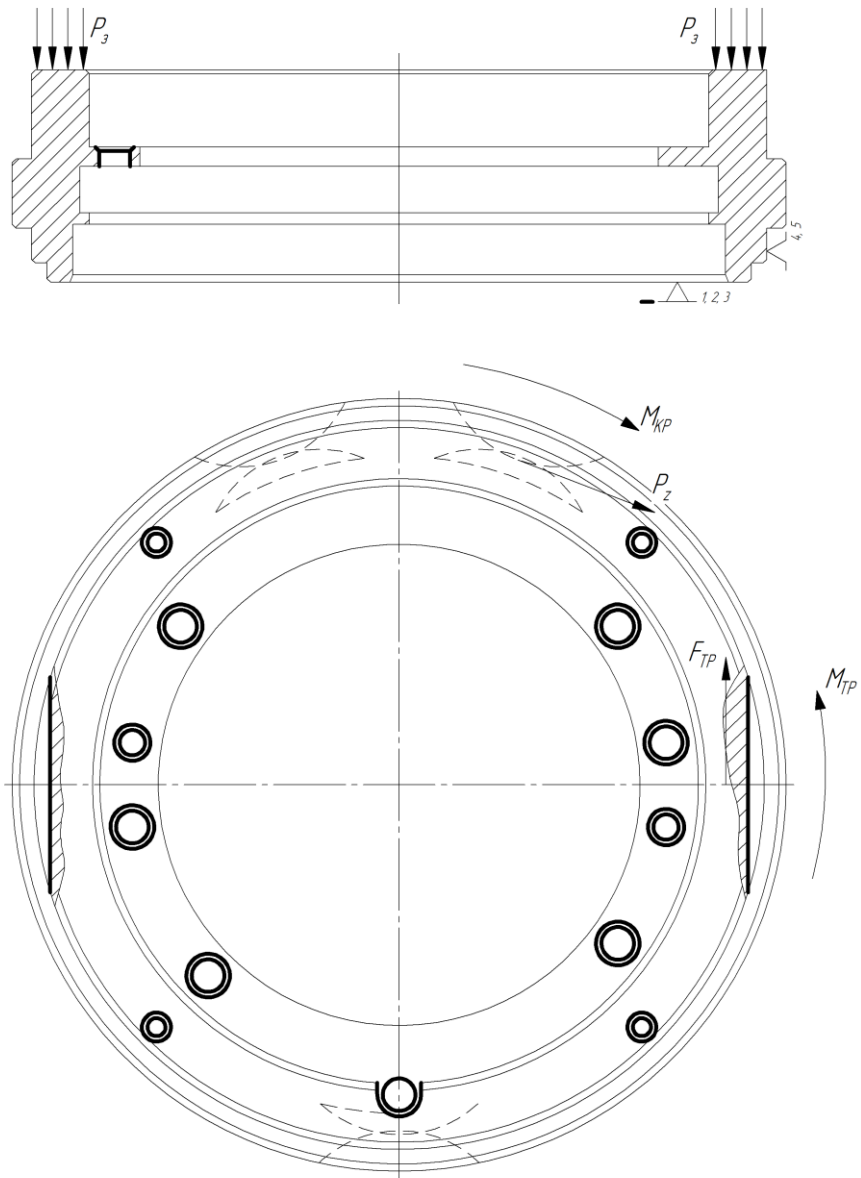


Рисунок 2.8 – Схема поля збурюючих сил

Аналіз структури полів збурюючих сил

Видно, що складові поля ПВС в повному обсязі врівноважені і вимагають програми додаткових сил закріплення. Схема закріплення реалізується притиском (швидкозмінною шайбою), якої заготовка закріплюється зверху. Розглянемо дію сил затиску, побудувавши структуру полів врівноважують сил і показавши утворюються силові потоки.

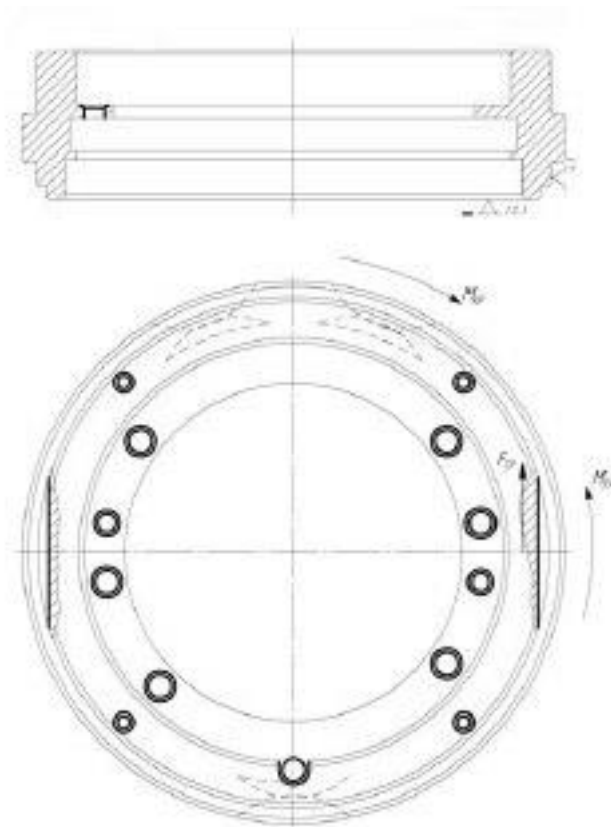


Рисунок 2.9 – Структура поля врівноваження сил

З умови неповороту заготовки для циліндричної заготовки діаметром бази D встановленої в оправці та навантаженої крутним моментом сила закріплення P_3 визначається за формулою:

$$P_3 = \frac{M_{TP}}{R \cdot f}$$

- де M_{TP} - момент тертя, який не дає заготовці повернутися при фрезеруванні, Н·м;
- R - приведений радіус точки прикладання сили, м;
- f - коефіцієнт тертя в місцях контакту заготовки з опорами, по [2] с. 85, таблиця 10, при контакті обробленої заготовки з опорами та зажимними елементами пристрою $f = 0,16$.

В свою чергу момент тертя M_{TP} повинен задовільняти умову:

$$M_{TP} \geq K \cdot M_{KP}$$

де K - коефіцієнт запасу;

M_{KP} - крутний момент, діючий на заготовку при фрезеруванні, Н·м;

Отже, прийmemo що $M_{TP} = K \cdot M_{KP}$.

Коефіцієнт запасу K вводять в формули при обчисленні сили P_3 для забезпечення надійного закріплення заготовки, по [2, с.85]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$$

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

K_1 - коефіцієнт, враховуючий збільшення сил різання через випадкові нерівності на оброблюваних поверхнях, при чистовій обробці $K_1 = 1,0$;

K_2 - коефіцієнт, що характеризує збільшення сил різання в наслідок затуплення різального інструменту, $K_2 = 1,3$;

K_3 - коефіцієнт, враховуючий збільшення сил різання при фрезеруванні, $K_3 = 1,0$;

K_4 - коефіцієнт, що характеризує постійність сили закріплення, при використанні пневмоциліндра подвійної дії $K_4 = 1,0$;

K_5 - коефіцієнт, що характеризує ергономіку ручних затискних механізмів, $K_5 = 1,0$;

K_6 - коефіцієнт, що враховує тільки за наявності моментів, що прагнуть повернути заготовку, $K_6 = 1,5$.

$$K = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 2,925$$

$$M_{KP} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100}$$

Головна складова сили різання визначається за формулою:

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

де C_p - коефіцієнт $C_p = 68,2$;

x, y, n, q, w показники ступеню: $x = 0,86$; $y = 0,72$; $n = 1,0$; $q = 0,86$; $w = 0$;

t - глибина фрезерування, $t = 10$ мм;

S_z - подача на один зуб при фрезеруванні, $S_z = 0,001$ мм/зуб;

B - ширина фрезерування, $B = 38$ мм;

z - число зубів фрези, $z = 16$;

n - частота обертання шпинделя, $n = 630$ об/хв;

K_{MP} - поправочний коефіцієнт, враховуючий якість оброблюваного матеріалу, $K_{MP} = 1,0$.

Підставивши вибрані і розраховані значення в формулу, визначаємо головну складову сили різання, Н:

$$P_z = 0,25 \cdot \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 10^{0,86} \cdot 0,001^{0,72} \cdot 38^{1,0} \cdot 16}{60^{0,86} \cdot 630^0} \cdot 1 = 153,91$$

Підставивши розраховане значення окружної сили в формулу, визначаємо крутний момент при фрезеруванні, Н·м:

$$M_{KP} = \frac{153,61 \cdot 60}{2 \cdot 100} = 46,08$$

Радіус точки прикладання сили визначається за формулою, мм:

$$R = \frac{1}{3} \cdot \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}$$

де D - більший діаметр поверхні заготовки при закріпленні, $D = 0,19$ м;

d - менший діаметр поверхні заготовки при закріпленні, $d = 0,16$ м.

$$R = \frac{1}{3} \cdot \frac{0,19^3 - 0,16^3}{0,19^2 - 0,16^2} = 0,088$$

Підставивши вибрані і розраховані значення в формулу, визначаємо силу закріплення:

$$P_3 = \frac{2,925 \cdot 46,08}{0,088 \cdot 0,16} = 9604,2 \text{ Н.}$$

Отже, необхідна сила затиску $P_3 = 9604 \text{ Н}$.

Розрахунок на міцність

Затиск та розтиск заготовки здійснюється за допомогою пневмоциліндру двосторонньої дії, до якого приєднаний шток.

Розраховуємо діаметр різі розраховуємо за формулою:

$$d_B = d_H - (0,541P) \cdot 2$$

$$d_B = 12 - (0,541 \cdot 1,75) \cdot 2 = 10,1065 \text{ мм.}$$

Мінімальна площа поперечного перетину різі розраховується за формулою:

$$S_{\text{minрез}} = \frac{\pi d_B^2}{4}$$

$$S_{\text{minрез}} = \frac{\pi \cdot 10,1065^2}{4} = 80,22 \text{ мм}^2$$

Межа плинності для Сталі 40 дорівнює 300 МПа.

Допустимі напруження розтягування визначається за формулою:

$$[\sigma_P] = 0,5 \cdot \sigma_T$$

$$[\sigma_P] = 0,5 \cdot 300 = 150 \text{ МПа.}$$

Напишемо умову міцності на розтягування:

$$\sigma_P = \frac{W}{S_{\text{minрез}}} \leq [\sigma_P]$$

$$\sigma_P = \frac{7618}{80,22} = 95 < 150 \text{ МПа} - \text{отже міцність штока забезпечується, так як}$$

міцність забезпечується навіть в його мінімальному перетині (на різьбовому ділянці).

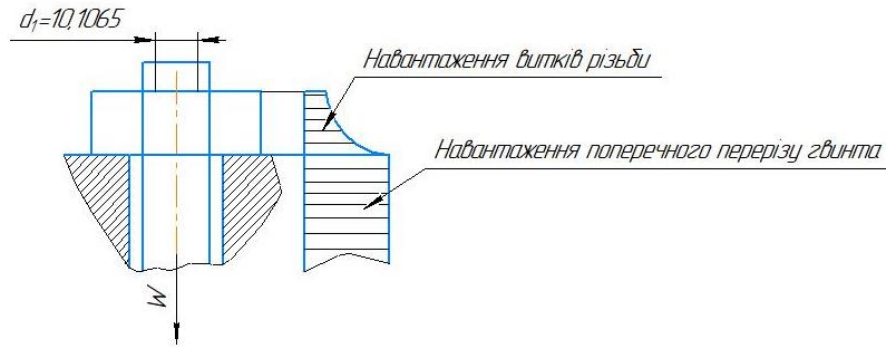


Рисунок 2.10 – Розрахункова схема навантаження різьбового ділянки штока

Дійсна сила на штоці для циліндру двосторонньої дії при подачі повітря в штокову порожнину розраховується за формулою:

$$P_{д} = \frac{\pi}{4} \cdot (D_{п}^2 - d_{ш}^2) \cdot p \cdot \eta ,$$

де $D_{п}$ - діаметр пневмоциліндру, мм;

$d_{ш}$ - діаметр штоку, приймаємо $d_{ш} = 40$ мм;

p - розрахунковий тиск, $p = 0,4$ МПа;

η - коефіцієнт корисної дії, $\eta = 0,9$.

Діаметр пневмоциліндру, котрий забезпечує необхідну силу затиску заготовки, розраховується за формулою:

$$D_{п} = \sqrt{d_{ш}^2 + \frac{4 \cdot P_3}{\pi \cdot p \cdot \eta}} ,$$

$$D_{п} = \sqrt{40^2 + \frac{4 \cdot 9604}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,9}} = 188,64 \text{ мм.}$$

Приймаємо стандартний діаметр стаціонарного поршневого пневмоциліндру по [5] с.91, таблиця 17: $D_{п} = 200$ мм.

Дійсна сила затиску заготовки на штоці пневмоциліндру:

$$P_{д} = \frac{3,14}{4} \cdot (200^2 - 40^2) \cdot 0,4 \cdot 0,9 = 10852 \text{ Н.}$$

Дана сила перевищує необхідну силу затиску заготовки, отже, пристрій забезпечує фіксоване положення деталі при обробці.

Розрахунок точності пристрою ґрунтується на твердженні проте, що будь-яке відхилення в положенні заготовки, пов'язане із пристроєм, як у моменту установки, такі в період обробки, визначає сумарну похибку пристрою. При цьому сума можливих похибок, що виникають при обробці заготовки, не повинна перевищувати значення допуску, що установлений на розмір заготовки і що витримується при виконанні даної операції. З інформаційної точки зору розрахунки допусків на виготовлення елементів пристрою являють собою перетворення інформації про точність обробки поверхонь заготовки на даній операції в точнісні вимоги до пристрою.

Розрахункову похибку пристрою знаходимо за формулою. Більшість складових, що входять у дану формулу, являють собою поля розсіювання випадкових величин, тому їх підсумовуємо у загальному випадку за правилом геометричного додавання.

$$\varepsilon_{\text{пр}} = T - K_T \sqrt{(K_{T1} \cdot \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{\text{п}}^2 + \varepsilon_{3\text{н}}^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2 + \varepsilon_{\text{поз}}^2}$$

Розглянемо більш докладно складові, що входять у дану формулу.

$T = 300$ мкм – найбільш жорсткий допуск розташування або розміру (з тих, які одержують на даній операції, а саме допуск на позиціонування отворів);

$K_T = 1,2$ – коефіцієнт що враховує можливий відступ окремих складових від нормального закону розподілу випадкових величин;

$K_{T1} = 0,80$ – коефіцієнт, що враховує деяке зменшення граничного значення похибки базування;

$\varepsilon_6 = 46$ мкм – похибка базування;

$\varepsilon_3 = 0$ мкм – похибка закріплення (табл. 3.3) [4];

$\varepsilon_y = 0$ мкм – похибка установки пристрою на верстаті [4, с.21];

$\varepsilon_{\text{п}} = 0$ – похибка перекосу інструмента (відсутні постійні або змінні напрямні втулки);

$\varepsilon_{\text{зн}} = 0$ – похибка зношування (при рівномірному зношуванні робочої поверхні оправки) [4];

$K_{T2} = 0,6$ – коефіцієнт що враховує можливість появи похибки обробки;

$\omega = 15$ мкм – значення допуску для 7 квалітету середньої економічної точності (див.табл.3.7)[4];

$\varepsilon_{\text{поз}} = 1$ мкм – похибка позиціювання (відповідно до паспорта верстата).

Тоді розрахункове значення похибки пристрою буде дорівнювати:

$$\begin{aligned}\varepsilon_{\text{пр}} &= 300 - 1,2\sqrt{(0,8 \cdot 46)^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 + (0,6 \cdot 15)^2 + 1^2} \\ &= 255(\text{мкм}).\end{aligned}$$

З урахуванням стандартного ряду беремо допуск паралельності [10]:
 $T=260$ мкм.

Вказуємо на складальному кресленні пристрою як технічну вимогу, що допуск паралельності торцю кільця до столу верстата не більше 260 мкм.

Проектування контрольно-вимірювального пристрою

Колібр- скоба $\varnothing 190f7$

Калібри служать не для визначення дійсного розміру деталей, а для розсортування їх на групи придатності. Граничні калібри діляться на прохідні і непрохідні. При контролі придатної деталі прохідний калібр (ПР) повинен проходити, а непрохідний (НЕ) проходити не повинен. Прохідний калібр відокремлює придатні деталі від шлюбу виправного, а непрохідний - від шлюбу невиправного. За конструкцією калібри для контролю отворів є пробки, а для контролю валів - скоби або кільця.

За конструктивними ознаками розрізняють калібри нерегульовані (жорсткі), регульовані, односторонні і двосторонні і т. д.

За призначенням калібри розділяють на:

- робочі калібри (Р - ПР і Р - НЕ), які застосовуються для перевірки розмірів виробів робочими і ОТК заводу - виробника;

- прийомні калібри (П - ПР і П - НЕ) - для перевірки розмірів виробів представниками замовника;

- контрольні калібри - для контролю розмірів робочих і прийомних калібрів або для установки регульованих скоб.

Розрізняють калібри однопредельні (з прохідної або з непрохідної стороною) і двупредельні (поєднують прохідну і непрохідну сторони). Серед двупредельних калібрів розрізняють односторонні (прохідна і непрохідна боку послідовно розташовані один за одним на одному кінці калібру) і двосторонні (прохідна і непрохідна боку розташовані на протилежних сторонах калібру).

У калібрів пробок можуть бути вставки (вставка - частина калібру з вимірювальною поверхнею, що закріплюється в ручці) або насадки (закріплюють на ручці). Пробки для великих розмірів можуть бути виконані у вигляді стрижня з циліндричними або сферичними торцевими вимірювальними поверхнями, такі калібри називають нутромірами.

Калібри - скоби бувають нерегульовані і регульовані, останні дозволяють в певних межах перенастроювати свій розмір для контролю кількох відмінних граничних розмірів або ж для компенсації зносу вимірювальних поверхонь скоби.

До калібрами пред'являють ряд метрологічних, конструктивних, технологічних і експлуатаційних вимог. Метрологічні вимоги зводяться до дотримання принципу Тейлора, згідно з яким калібр ПР має бути по можливості повним, а НЕ, навпаки, повинен мати точковий контакт з контрольованою деталлю. У певному діапазоні розмірів ці вимоги в значній мірі здійсненні: пробки ПР малих і середніх розмірів виготовляються повні, а пробки НЕ середніх і великих розмірів – неповні.

Пробки ПР зазвичай довше пробок НЕ. У міру зростання контрольованих діаметрів зростає і вага калібрів. Для його обмеження повні

калібри - пробки, в тому числі і ПР, замінюють неповними, листовими пробками і нутромірами, що дають контакт на двох ділянках поверхні (циліндричні нутроміри) або в двох точках (сферичні). Для зменшення ваги пробок середніх і великих розмірів в тілі насадок виконують отвори. Для калібрів - скоб особливо важливо поєднання мінімальної ваги з максимальною жорсткістю.

Важливе метрологічне і експлуатаційне значення має зусилля введення пробки в деталь або надягання скоби на неї. Надмірне зусилля викликає проникнення бракованих деталей в придатні, а крім цього прискорений знос калібрів, використовуваних при цьому як обробляє інструмент. Практичне правило введення калібру під дією його сили тяжіння для скоб - при горизонтальній осі контрольованої деталі придатне лише в першому наближенні і тільки для середніх розмірів. Для малих розмірів сила тяжіння калібру недостатня, для великих - надмірна. Тому рекомендується регламентувати це зусилля і навчати робітників і персонал ВТК забезпечувати його з достатньою точністю на дотик.

Інша похибка контролю калібрами пов'язана з їх тепловими деформаціями. При нагріванні скоб руками контролера виникає похибка, складова істотну частину в загальній похибки контролю. При забезпеченні надійної ізоляції від тепла рук відбувається помітне зменшення похибки. У стандартних скоб для діаметрів, починаючи з 10 мм, передбачені пластикові накладки. Вимірювальні поверхні калібрів виготовляють з інструментальної сталі (хромової чи іншої), загартованої до високої твердості, піддають хромовому зносостійке покриття; використовують і твердосплавні вставки. Оснащення робочих поверхонь калібрів твердим сплавом марки ВК6 або ВК6М підвищує їх зносостійкість в десятки разів. Основна причина зниження зносостійкості калібрів - стирання вимірювальних поверхонь в процесі їх експлуатації. Однією з причин втрати калібрами своїх розмірів є природне їх

старіння, тобто властивість загартованих сталевих деталей з плином часу змінювати розміри і форму. Для того щоб довести ці зміни до можливого мінімуму, калібри в процесі виготовлення піддають штучному старінню.

З цією метою проводиться нагрів робочих частин калібрів при температурі 130 - 150 0 С протягом 2 - 3 годин між операціями попереднього і остаточного їх шліфування. Контроль калібрами - одна з найбільш масових контрольних операцій в машинобудуванні, тому питання продуктивності контрольних операцій стоять досить гостро. Продуктивність можна підвищити за рахунок: переходу від двосторонніх калібрів до односторонніх; використання набору скоб, для контролю східчастих валиків або набору пробок для контролю деталей з декількома отворами.

Контроль розмірів глибин і висот уступів.

Основними методами контролю є: «метод світлової щілини» або «на провіт», методи «насування», «дотику», «за ризиками».

Згідно ГОСТ 2534 - 67 граничні боку калібрів позначаються буквами Б (велика) і М (менша), на відміну від позначень ПР і НЕ, прийнятих для позначення калібрів пробок і скоб.

Кожна зі сторін калібру (Б і М) повинна мати одну лезвіподібну грань для зменшення похибок контролю внаслідок нерівностей на оброблених поверхнях і плоску грань, яка покращує умови оцінки величини провіту.

Калібрами за методом «світловий щілини» контролюються допуски не менше 0,04 мм у тонкошліфіваних деталей і не менш 0,06 мм при більш грубій обробці. Мінімальні допуски виробів, контрольованих східчасто - стрижневими калібрами становлять 0,03 мм, контрольованими по «відчуття» - 0,01 мм і рісочними калібрами - порядку декількох десятих міліметра.

Розрахунки колібр скоби Ø190f7.

З таблиці (ЕСДП) виписуються гранично верхнє (es) і граничне нижнє (ei) відхилення розміру вала.

$$es = -50\text{мкм} = -0,050\text{мм}; ei = -96\text{мкм} = -0,096\text{мм}$$

Потім розраховуються найбільший (dmax) і найменший (dmin) розміри вала.

$$d_{\max} = D + es = 190 + (-0,050) = 189,95 \text{ мм}$$

$$d_{\min} = D + ei = 190 + (-0,096) = 189,904 \text{ мм}$$

Таблиця 2.24 - Табличні значення

$z, z_1 = 7\text{мкм} = 0.007\text{м}$ м	$\alpha, \alpha_1 = 3\text{мкм} = 0.003\text{м}$ м	$H_S = 7\text{мкм} = 0.007\text{мм}$
$Y, Y_1 = 6\text{мкм} = 0.006$ мм	$H, H_1 = 10\text{мкм} = 0.01$ мм	$H_P = 4.5\text{мкм} = 0.0045$ мм

1) За формулами знаходяться значення: ПРmax - найбільше значення розміру прохідний скоби, і ПРmin - найменше значення розміру прохідний скоби.

$$2) \quad \text{ПР}_{\max} = d_{\max} - Z_1 + H_1 / 2 \quad \text{ПР}_{\min} = d_{\max} - Z_1 - H_1 / 2$$

$$\text{ПР}_{\max} = 189,95 - 0,007 + 0,01/2 = 189,948\text{мм}$$

$$\text{ПР}_{\min} = 189,95 - 0,007 - 0,01/2 = 189,938\text{мм}$$

$$\text{ПР}_{\min} = 189,938 + 0,01 = 189,948 \text{ (виконавчий розмір прохідний скоби).}$$

3) Знаходиться межа зносу прохідний скоби (ПР вив.).

$$\text{Призн} = d_{\max} + Y_1$$

$$\text{Призн} = 189,95 + 0,006 = 189,956 \text{ - межа зносу}$$

Кордон зносу - межа найбільшого можливого розміру прохідний скоби.

4) за формулами знаходимо значення: H_E - найбільше значення розміру непрохідний скоби, і H_{Emin} - найменше значення розміру непрохідною скоби.

$$H_{Emax} = d_{min} + H / 2 \quad H_{Emin} = d_{min} - H / 2$$

$$H_{Emax} = 189,904 + 0,01/2 = 189,909\text{мм} \quad H_{Emin} = 180,108 - 0,01/2 = 189,889\text{мм}$$

$H_{Emin} = 189,889 + 0,01 = 189,909$ (виконавчий розмір непрохідною скоби).

Схема розташування поля допуску прохідний і не прохідний скоби.

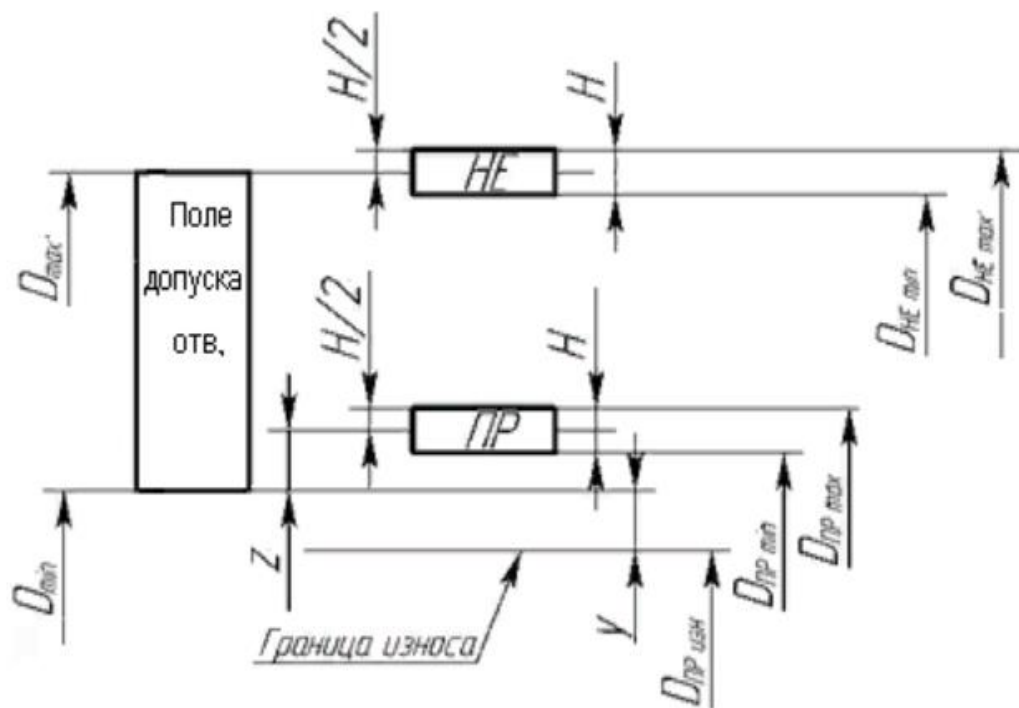


Рисунок 2.11 - Схема розташування поля допуску

2.10 Техніко-економічне обґрунтування запропонованого технологічного процесу

Визначення вартості основних матеріалів.

Вартість основних матеріалів визначаємо виходячи з вартості заготовки за вирахування сум реалізованих відходів за формулою:

$$M = B_3 - B_6, \text{ грн.}$$

$$M = 1305,7 - 214,5 = 1091,2, \text{ грн.}$$

B_3 - вартість заготовки

B_6 - вартість відходів які реалізуються

Вартість заготовки обчислюється за формулою:

$$B_3 = m_3 \cdot \Pi_3 \cdot K_{m3}, \text{ грн.}$$

$$B_3 = 10,64 \cdot 118 \cdot 1,04 = 1305,7, \text{ грн.}$$

Π_3 -118 грн за 1 кг.

Вартість відходів обчислюється за формулою:

$$B_6 = m_6 \cdot \Pi_6, \text{ грн.}$$

$$B_6 = 4,04 \cdot 53,1 = 214,5, \text{ грн.}$$

Π_6 =45% від ціни.

K_{m3} - коефіцієнт який враховує транспортно – заготівельні витрати (за даними базового підприємства).

Маса відходів обчислюється за формулою:

$$m_6 = m_3 - m_0, \text{ кг.}$$

$$m_6 = 10,64 - 6,6 = 4,04, \text{кг.}$$

Таблиця 2.25 - Розрахунок вартості основних матеріалів.

Показник	Величина
1. Марка матеріалу	Сталь 10
2. Маса заготовки, кг	10,64
3. Ціна за 1 кг матеріалу, грн.	118
4. Вартість заготовки, грн.	1305,7
5. Маса деталі, кг	6,6
6. Маса відходів, кг	404
7. Ціна за 1 кг відходів, грн.	53,1
8. Вартість відходів, грн.	214,5
9. Вартість матеріалів за вирахуванням відходів, грн.	1091,2
10. Вартість витрат на основні матеріали у розрахунку на річну програму за вирахуванням відходів, грн.	2291520

Розрахунок річного фонду заробітної плати виробничим робітникам і розміру їх середньомісячного заробітку.

Річний фонд заробітної плати виробничих робітників складається з основної і додаткової заробітної плати за рік і обчислюється за формулою:

$$Z_p = Z_{op} + Z_{дод.р}, \text{ грн.}$$

$$Z_p = 335,2 + 8447,04 = 8782,24, \text{ грн.}$$

Розрахунок накладних витрат.

Розрахунок основних витрат. Ці витрати складаються з витрат на управління цехами, дільницями, амортизацію основних засобів цеху, витрат на утримання, експлуатацію та ремонт основних засобів, витрат на вдосконалення технології та організації виробництва. Розмір цих витрат при наближених розрахунках можна прийняти за даними базових підприємств (у відсотках до основної заробітної плати основних робітників на деталь).

$$B_3 = \frac{Z_o \cdot \% B_{3.6}}{100}, \text{ грн.}$$

$$B_3 = \frac{13,4 \cdot 207}{100} = 27,5, \text{ грн.}$$

Ці витрати поділяються на змінні та постійні:

- до постійних витрат відносять витрати на обслуговування і управління виробництвом, витрати, що залишаються постійними при зміні обсягу виробництва.
- до змінних витрат належать витрати на обслуговування і управління виробництвом, що змінюються прямопропорційно до зміни обсягів виробництва.

Розмір постійних загально виробничих витрат обчислюється за формулою:

$$B_{36}^{noc} = \frac{Z_o \cdot \% B_{36}^{noc}}{100}, \text{ грн.}$$

$$B_{36}^{noc} = \frac{13,4 \cdot 130}{100} = 17,29, \text{ грн.}$$

Розмір змінних витрат виробничих витрат обчислюється за формулою:

$$B_{36}^{3M} = \frac{Z_o \cdot \% B_{36}^{3M}}{100}, \text{ грн.}$$

$$B_{36}^{3M} = \frac{13,4 \cdot 77}{100} = 10,2$$

Розрахунок адміністративних витрат.

До адміністративних витрат відносять такі загальногосподарські витрати: загально корпоративні витрати, витрати на оплату праці робітників заводоуправління. Їх розміри визначаються наближеним методом за даними базових підприємств у відсотках від основної заробітної плати основних робітників на одну деталь (або від виробничої собівартості):

$$B_{адм} = \frac{Z_o \cdot \% B_{адм}}{100}, \text{ грн.}$$

$$B_{адм} = \frac{13,4 \cdot 154}{100} = 20,5, \text{ грн.}$$

Витрати на збут.

Витрати на збут включають витрати пов'язані з реалізацією продукцією. Їх розмір при наближених розрахунках можна прийняти у відсотках від основної заробітної плати основних робітників на деталь (за даними базового підприємства):

$$B_{зб} = \frac{Z_o \cdot \% B_{зб}}{100}, \text{ грн.}$$

$$B_{зб} = \frac{13,4 \cdot 11}{100} = 1,5, \text{ грн.}$$

Розрахунок повної собівартості і ціни деталі.

Повна собівартість деталі обчислюється за формулою:

$$C = M + Z_o + Z_{дод} + B_{соц} + B_{зв} + B_{адм} + B_{зб}, \text{ грн.}$$

$$C = 1091,2 + 13,4 + 3,377 + 3,69 + 17,29 + 20,5 + 1,5 = 1150,96, \text{ грн.}$$

Ціна деталі розраховується за формулою:

$$Ц = C + П, \text{ грн.}$$

$$Ц = 1150,96 + 460,4 = 1611,36, \text{ грн.}$$

$П$ - прибуток який розраховується з нормативного рівня

рентабельності

$$П = \frac{C \cdot P}{100}, \text{ грн.}$$

$$П = \frac{1150,96 \cdot 40}{100} = 460,4, \text{ грн.}$$

P - норматив рентабельності продукції (за даними базового підприємства), %.

Таблиця 2.26 - Розрахунок повної собівартості і ціни деталі.

Найменування статей	Вартість, грн.
1. Вартість матеріалів за вирахуванням відходів	1091,2
2. Основна заробітна плата в розрахунку на одиницю продукції	13,4
3. Додаткова заробітна плата в розрахунку на одиницю продукції	3,377
4. Відрахування в фонд соціального призначення	3,69
5. Загальновиробничі витрати	17,29
6. Адміністративні витрати	20,5
7. Витрати на збут	1,5
Собівартість	1150,96
Нормативний прибуток	460,4

Ціна	1611,36
------	---------

Економічна ефективність запропонованого варіанту технологічного процесу визначається шляхом економічного порівняння з базовим варіантом, або однієї операції, або груп операцій, або всього технологічного процесу.

Таблиця 2.27– Вихідні дані для економічного порівняння варіантів.

Найменування даних	Буквені позначення	1-й варіант (базовий)	2-й варіант (запропонований)
		045 Токарно-гвинторізна	045 Токарна з ЧПК
Річний приведений обсяг випуску, шт.	N_{np}	25200	25200
Тип та модель верстата		1K62	Doosan Leo 1600
Норма штучно-калькуляційного часу	$T_{шк}$	20,5	8,2
Кількість верстатів, шт.	n_{np}	3	1
Коефіцієнт використання	K_{ϵ}	0,73	1,0
Площа верстата за габаритами, м. кв.	S	3,28	2,64
Оптова ціна верстата	$Ц_{\epsilon}$	50 000	250 000
Чисельність робітників верстатників	P_{np}	5	2

Розряд робітників верстатників		3	2
Коефіцієнт багатоверстатності	K_{δ}	1,0	1,0

Вихідні дані для базового варіанта визначаються таким чином:

а) річний приведений випуск N_{np} буде однаковим з запропонованим варіантом

б) тип, модель верстата (верстатів), кваліфікацію робітників та $T_{ук}$ треба брати згідно з базовим технологічним процесом.

в) кількість верстатів та коефіцієнт їх використання визначити за формулами.

г) чисельність робітників-верстатників визначається за формулою 2.16.

Визначення капітальних вкладень по порівнюваним варіантам.

Капітальні вкладення, які враховуються під час визначення ефективності верстатів з ЧПК складаються з наступних витрат:

$$K = K_{\delta} + K_{nl} + K_{cl}, \text{ грн.}$$

де K_{δ} - балансова вартість верстата, грн.;

K_{nl} - вартість виробничої площі, грн.;

K_{cl} - вартість службово побутових приміщень, грн..

Балансова вартість устаткування визначається за формулою:

$$K_{\delta} = \sum_1^M (C_{\delta} \cdot C_{np}) \cdot K_{\delta m}, \text{ грн.}$$

де M - кількість типорозмірів верстатів за операціями, що враховуються в розрахунку ефективності, шт.;

$C_в$ - оптова вартість верстата, грн.;

$K_{дм}$ - коефіцієнт, враховуючий витрати на транспортування, встановлення верстата, пуско-налагоджувальні роботи (дорівнює 1,15).

$$K_{б1} = 50000 \times 3 \times 1,15 = 172500, \text{ грн.}$$

$$K_{б2} = 250000 \times 1 \times 1,15 = 287500, \text{ грн.}$$

Вартість виробничої площі визначається за формулою:

$$K_{пл} = C_{пл} \sum_1^M (S + S_y) \cdot n_{пр} \cdot \gamma, \text{ грн.}$$

де $C_{пл}$ - вартість 1 м. кв. площі механічного цеху (для станків нормальної та підвищеної точності дорівнює 150-200; для станків високої та особливо високої точності, важких та унікальних дорівнює 220 грн. за даними Гіпростанка);

S - площа, яку займає станок за габаритами, м.кв.;

S_y - площа, яку займають виносні та допоміжні прилади ЧПК, електрошкаф, гідростанція, елеватор для прибирання стружки та ін. (дорівнює 1 м. кв.);

γ - коефіцієнт, враховуючий додаткову площу; його значення приведені в таблиці 2.26.

Площу верстата з ЧПК можна визначити за габаритними розмірами (з урахуванням виносних приладів) згідно планування, розміщеного в керівництві по експлуатації верстатів з ЧПК.

Таблиця 2.28 – Коефіцієнт, враховуючий додаткову площу

Площа станка за габаритами	2,5	2,6-5	5,1-9	9,1-14	14,1-20	20,1-40	40,1-75	св.75
Коефіцієнт, враховуючий додаткову площу, γ	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5

$$K_{пл1} = 200 \times 3,28 \times 3 \times 4,5 = 8856, \text{ грн.}$$

$$K_{пл2} = 200 \times 2,64 \times 2 \times 4,5 = 4752, \text{ грн.}$$

Вартість службово-побутових приміщень визначається за формулою:

$$K_{сл} = C_{пл.сл} \cdot S_{сл} \cdot \left(\sum_1^M P_{пр} + \sum_1^M P_{доо} \right), \text{ грн.}$$

де $C_{пл.сл}$ - вартість службово-побутових приміщень, грн. (1 м. кв. приймається 220 грн.);

$S_{сл}$ - питома площа на одного виробничого робітника ($S_{сл}=7$ м. кв.);

$P_{пр}$ - кількість виробничих робітників на даній операції, чол.;

$P_{доо}$ - додаткова робоча сила для одного верстата з ЧПК та витрачаєма на підготовку ПК, настройку інструменту поза станком, виготовлення ріжучого інструменту поверх звичайних нормативів, технічне обслуговування та ремонт приладів ЧПК, чол. (за укрупнених розрахунків можна прийняти $P_{доо} = 0,5$), чол. на кожний верстат з ЧПК.

$$K_{сл1} = 220 \times 7 \times 5 = 9240, \text{ грн.}$$

$$K_{сл2} = 220 \times 7 \times 2 = 3080, \text{ грн.}$$

$$K_1 = 172500 + 8856 + 9240 = 190596, \text{ грн.}$$

$$K_2 = 287500 + 4752 + 3080 = 295332, \text{ грн.}$$

Визначення технологічної собівартості річного випуску деталей за порівнюваними варіантами.

До технологічної собівартості (собівартість механічної обробки) включаються витрати, що залежать від використовуваної техніки та технології, розмір яких є різним для порівнюваних варіантів.

Розмір технологічної собівартості річного випуску деталей розраховується за формулою:

$$C = Z_{з.р.} + A_{пл} + A_{сл} + A_{б}, \text{ грн.}$$

де $Z_{з.р.}$ - річна заробітна плата верстатників (основна та додаткова), враховуючи відрахування до фонду соціального страхування, грн.

$A_{ст}$ - річні амортизаційні відрахування на повне відновлення верстатів, грн.;

$A_{пл}$ - річні витрати на амортизацію та утримання приміщень, що відведені під верстати, грн.;

$A_{сл}$ - річні витрати на амортизацію та утримання службово-побутових приміщень, грн.

Річна заробітна плата виробничих робітників з відрахуванням у фонд соціального призначення визначається за формулою:

$$Z_{прр} = \sum (C_{год} \times T_{шк} / 60) \times N_{пр} \times (1 + K_{дод}) \times (1 + \frac{C_6}{100}) \times K_6$$

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

$K_{дод}$ - коефіцієнт, який враховує додаткову ЗП;

C_6 - ставка відрахувань у фонди соціального призначення.

$$З_{\text{прп1}} = 25200 \times 33,93 \times 20,5 / 60 \times 1,252 \times 1,22 = 446222,2, \text{ грн.}$$

$$З_{\text{прп2}} = 25200 \times 27,64 \times 8,2 / 60 \times 1,252 \times 1,22 = 145400,3, \text{ грн.}$$

Річні амортизаційні відрахування на повне відновлення станків визначаються за формулою:

$$A_b = \sum_1^M K_{\delta} \times \alpha_B / 100, \text{ грн.}$$

де α_B - норма амортизаційних відрахувань на повне відновлення верстата, % ($\alpha_B = 20\%$).

$$A_{b1} = 172500 \times 20/100 = 34500, \text{ грн.}$$

$$A_{b2} = 287500 \times 20/100 = 57500, \text{ грн.}$$

Річні витрати на амортизацію та утримання приміщень, що займають верстати визначаються за формулою:

$$A_{nn} = H_{nn} \sum_1^M (S + S_y) \times n_{np} \times \gamma, \text{ грн.}$$

де H_{nn} - вартість амортизації та утримання м. кв. Площі механічного цеху, грн. (для верстатів нормальної та підвищеної точності дорівнює 5-20 грн., для станків високої та особливо високої точності, важких та унікальних дорівнює 20-25 грн.).

$$A_{nn1} = 20 \times 3,28 \times 3 \times 4,5 = 885,6, \text{ грн.}$$

$$A_{nn2} = 20 \times 2,64 \times 1 \times 4,5 = 237,6, \text{ грн.}$$

Річні витрати на амортизацію та утримання службово-побутових приміщень розраховуються за формулою:

$$A_{cn} = H_{cn} \times S_{cn} \times (\sum_1^M P_{np} + \sum_1^M P_{\text{дод}}), \text{ грн.}$$

$$A_{\text{сл1}} = 20 \times 7 \times 5 = 700, \text{ грн.}$$

$$A_{\text{сл1}} = 20 \times 7 \times 2 = 280, \text{ грн.}$$

$$C_1 = 446222,2 + 885,6 + 700 + 34500 = 482307,8, \text{ грн}$$

$$C_2 = 145400,3 + 237,6 + 280 + 57500 = 203417,9, \text{ грн}$$

Визначення річного економічного ефекту та строку окупності капітальних вкладень.

Визначив капітальні вкладення та технологічну собівартість обробки річної продукції за порівнюваними варіантами, розраховуємо розмір приведених витрат (З) за варіантами:

$$З = C + E_n \times K, \text{ грн.}$$

де C - технологічна собівартість річного випуску продукції за даним варіантом, грн.;

K - капітальні вкладення за цим же варіантом;

E_n - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень, дорівнює 0,15.

$$З_1 = 482307,8 + 0,15 \times 190596 = 510897,2, \text{ грн.}$$

$$З_2 = 203417,9 + 0,15 \times 295332 = 247717,7, \text{ грн.}$$

Розраховуємо річний економічний ефект (E_p) як різницю приведених витрат двох варіантів:

$$E_p = З_1 - З_2 = (C_1 + E_n \times K_1) - (C_2 + E_n \times K_2), \text{ грн.}$$

$$E_p = 510897,2 - 247717,7 = 263179,5, \text{ грн.}$$

Новий варіант технологічного процесу потребує більшої суми капітальних вкладень (являючись в той же час ефективним, тобто $Z_1 > Z_1$), то слід визначати строк окупності додаткових капітальних вкладень за рахунок економії, отримуваної від зниження собівартості продукції за формулою:

$$T_{ф.ок} = (K_2 - K_1) / (C_1 - C_2) < T_{н.ок}$$

де $T_{н.ок}$ - нормативний строк окупності додаткових капітальних вкладень, який дорівнює 6,7 років.

$$T_{ф.ок} = (295332-190596) / (482307,8 - 203417,9) = 0,38 < 6,7$$

Отримані результати зводимо до таблиці 2.27

Таблиця 2.29 – Розрахунок величин приведених витрат, річного економічного ефекту та строку окупності додаткових капітальних вкладень.

Найменування витрат	Буквені позначення	Сума, грн..	
		1-й варіант (базовий)	2-й варіант (проектний)
Капітальні вкладення	К	190596	295332
Технологічна собівартість	С	482307,8	203417,9
Приведені витрати	З	510897,2	247717,7
Річний економічний ефект	Е _р	263179,5	
Строк окупності додаткових капітальних вкладень	T _{ф.ок.}	0,38	

Таблиця 2.30 - Техніко-економічні показники дільниці.

Найменування показника	Величина
1. Річний приведений обсяг продукції	
1.1 В натуральному виразі, шт. (N_{np})	25200
1.2 По трудомісткості, н-г.	14910
1.3 За повною собівартістю, грн.	
2. Річний обсяг випуску деталі, шт.	2100
3. Кількість обладнання, шт.	5
4. Середній коефіцієнт використання обладнання	0,78
5. Виробнича площа, м ²	648
6. Загальна площа дільниці у розрахунку на одиницю обладнання, м ²	43,2
7. Чисельність працюючих, чол.	
7.1 основні виробничі працівники	6
7.2 допоміжні працівники	3
7.3 керівники	1
7.4 спеціалісти	1
7.5 службовці	1
8. Продуктивність праці	
8.1 В натуральному виразі в розрахунку на одного основного робітника, шт.	2485
8.2 За трудомісткістю, н-г.	14910
8.3 За собівартістю, грн.	1147,1

9. Середньомісячна заробітна плата основних виробничих працівників, грн.	4200
10. Собівартість деталі, грн.	1147,1
11. Ціна деталі, грн.	1605,94
12. Матеріальні витрати на 1 грн. собівартості деталі	0,95

Обґрунтування економічної ефективності розробленого технологічного процесу.

У розроблений технологічний процес обробки деталі «Корпус», у порівнянні з базовим, були введені наступні зміни, що дозволили досягти зменшення собівартості деталі.

Було застосовано багатостатне обслуговування, що дозволило скоротити чисельність основних робітників, а отже і фонд заробітної плати основних робітників, що також зменшує собівартість виготовлення деталі. Застосування верстатів з ЧПК було економічно обґрунтовано розрахунком. Розрахунок показав, що застосування верстатів з ЧПК дає позитивний економічний ефект.

Різальний інструмент, що використовується на операціях прогресивного технологічного процесу є механічний, з швидкозмінними-твердосплавними пластинками, або такий, стійкість якого в декілька разів перевищує стійкість аналогічного універсального інструмента. Дана заміна дозволить значно підвищити час роботи різального інструмента до його переточування, що зменшить витрати на допоміжний час при виконанні механічних операцій і спростить наладку верстатів.

Для зменшення часу на вимірювання і швидкого знаходження похибок налаштування використовують граничні калібри, які дозволяють визначити, чи лежить розмір в заданих межах. Також запропоновано використання

спеціальних калібрів і шаблонів, що також вплинуло на трудоемність переходів, що пов'язані з замірами поверхонь.

2.11 Висновок

Таким чином у розділі удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі корпус у якості заготовки була прийнята штамповка на пресах, так як вона більш економічно вигідна, ніж поковка на молотах.

Під час виконання роботи було проаналізовано заводський технологічний процес виготовлення деталі та внесені зміни спрямовані на його вдосконалення, а саме заміна послідовності операцій, замінено універсальне обладнання на верстати з ЧПК.

Виконано аналіз схем базування та закріплення заготовки на операції та визначення похибок базування. Розрахунок припусків, режимів різання та виконано технічне нормування операцій.

Спроектовано верстатний пристрій для фрезерної з ЧПК операції з пневматичним приводом, що дозволяє скоротити допоміжний час та підвищити надійність процесу.

РОЗДІЛ 3

НАУКОВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Методики та галузь дослідження оптимізації конструкцій верстатних пристроїв

На даний час у світі розвиваються різні підходи до проектування та дослідження верстатних пристроїв для операцій механічної обробки деталей різних класів. Для аналізу сучасного стану досліджень у галузі проектування верстатних пристроїв (ВП) та визначення актуального напрямку досліджень розглянуті основні підходи до проектування, а саме дослідження точності, гнучкості та оптимізації конструкцій ВП.

Авторами статті [23] проведені дослідження в галузі проектування затискних елементів ВП та запропоновано використовувати принцип «форми затискних елементів» та величини сил закріплення, для визначення їх оптимального місця положення на заготовці та залежно від цього оптимальну величину сили. При цьому застосовувався алгоритм, аналогічний алгоритму за яким працюють елементи захвату у роботів. Результатом є розроблення програмних додатків, що дозволяють з'єднувати даний алгоритм із бібліотеками затискних елементів та проводити підбір або автоматизоване проектування затискних елементів з параметрами під конкретну деталь.

У роботах [24–26] авторами розроблена скінченноелементна модель системи «затискні елементи ВП – заготовка», що дозволяє визначати деформації поверхонь заготовки залежно від сили закріплення та проводити їх автоматизовану оптимізацію. При цьому модель враховує зміну коефіцієнта тертя між затискними елементами ВП та заготовкою у результаті змінання мікронерівностей на контактуючих поверхнях. Таким чином за рахунок оптимізації величини сил закріплення можна попередити виникнення пластичної деформації заготовки та здійснити надійне закріплення, адже змінання мікронерівностей на контактуючих поверхнях, що викликає зменшення контактного тиску буде враховано. Крім того, у роботі [27] представлено методику та алгоритм виконання прискорених розрахунків, що

знижує вимоги до оперативної пам'яті комп'ютера.

У роботі M. Vasundara et. al. [35] виконали дослідження максимальної величини пружної деформації заготовки при її закріпленні у різних ВП за допомогою використання комплексу методів: скінченноелементного аналізу, штучних нейронних мереж та методології поверхні відгуку. Таким чином, виконувався підбір оптимальної конструкції ВП, де перевага надавалась тій конструкції ВП, де деформації найменші за інших рівних умов. Штучні нейронні мережі дозволяли суттєво прискорити розрахунки.

Li B. та Melkote S. у роботі [36] представили метод багатократної (повторної) оптимізації визначення місця розташування затискних елементів ВП при розрахунках динамічних параметрів системи «ВП – заготовка». Авторами встановлено та доведено ефективність використання оптимізаційних методів для 3D-моделей даних систем при їх розрахунках у програмах скінченноелементного аналізу. Максимальна величина позиційного вектора похибки обробки була скорочена на 58% за рахунок оптимізаційних методів.

У своїй роботі Nalbandh та Rajyaguru [37] запропонували використовувати «генетичний алгоритм» проектування та оптимізації конструкцій ВП, що базується на імовірнісних методах розрахунку. Це може бути впроваджено за рахунок використання методів, аналогічних до проектування технологічних процесів (ТП) у системах автоматизованого проектування.

Робота [38] присвячена розробці способу моделювання та оптимізації ВП для закріплення деталі при здійсненні свердлильної операції зі змінними конфігураціями ВП та режимів механічної обробки. У дослідженні використовуються системи комп'ютерного проектування та моделювання (CAD/CAE). У моделі задавались нестационарні умови, подібно до реального процесу різання, та виконувався модальний аналіз.

Rapastathis у роботі [39] підкреслює важливість впровадження переналагоджуваних ВП, але акцентує увагу на складності вибору

оптимальної конструкції ВП для обробки тонкостінних деталей, що мають недостатню жорсткість. При цьому вирішується питання щодо регулювання величини сили закріплення залежно від величини сили різання.

Робота [40] присвячена використанню методу балансування миттєвих сил та законів тертя для визначення оптимальної величини сили закріплення для мінімізації деформацій заготовки. За допомогою гармонічного аналізу у програмі ANSYS Workbench та застосування методики поділу шляху інструмента на 5 кроків навантаження (адже при фрезеруванні глибина різання змінюється від нуля до максимуму або навпаки, залежно від прийнятої схеми фрезерування) визначається оптимальна величина сили закріплення. У роботі враховується ефект видалення матеріалу.

Н. Deng у роботі [31] аналогічно роботі [32] на відміну від попередників, які розглядали систему «ВП – заготовка» як квазістатичну, розглянув вплив видалення оброблюваного матеріалу на поведінку та динаміку системи «ВП – заготовка» у процесі механічної обробки. Виконав оптимізацію визначення стійкості положення ВП та моделювання динамічної дії (удар) у процесі механічної обробки.

Аналіз літературних джерел показав, що у даний час науковці займаються розрахунками та розробкою моделей процесів взаємодії у системі «ВП – заготовка», а також дослідженням точності механічної обробки при зміні параметрів ВП. Вирішення питань оптимізації в основному присвячені оптимізації сил закріплення та стабільності положення ВП у процесі обробки. Проте недостатньо уваги приділяється підвищенню гнучкості ВП та зниженню їх металомісткості при забезпеченні достатньої точності у межах усього діапазону розмірної групи деталей, що є актуальною задачею. Використання гнучких ВП дозволяє скоротити допоміжний час на переналагодження, що може бути вигідним з точки зору собівартості продукції при невеликих партіях та частій зміні номенклатури, а зменшення їх металомісткості посилить економічний ефект.

3.2 Дослідження напружено-деформованого стану верстатного пристрою для фрезерування

Дослідження напружено-деформованого стану (НДС) виконувалось типу для визначення розмірів ВП, які будуть задовольняти всім точнісним параметрам для обробки деталі. При цьому визначались похибки при типовій обробці, що виникають у результаті деформацій елементів ВП, та виконувалось типowo для порівняння їх з допустимими значеннями на відповідній операції механічної обробки для деталі вал. Допустимі значення похибок обмежуються допусками на виготовлення пазів згідно з кресленням деталі «Корпус ВТ 190.02.80».

Також дослідження НДС верстатного пристрою передбачає перевірку на міцність, виявлення концентраторів напружень та елементів, де напруження більші, ніж допустимі для конкретного матеріалу, та при їх наявності удосконалення конструкції. На даному етапі досліджень виконувалась перевірка еквівалентних напружень, які виникають у місцях контакту між установлювально-затискними елементами та заготовкою у результаті дії сил закріплення та силових факторів процесу різання (сили різання та моменти), а також умови за допустимими напруженнями для деталей із конкретних матеріалів. Для цього поряд з вирішенням задачі з визначення НДС вирішувалась типова контактна задача. Механічні властивості матеріалів, які використовуються у моделі, наведено у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Механічні властивості матеріалів заготовки та елементів ВП

Матеріал	Модуль пружності E, ГПа	Коефіцієнт Пуассона μ	Густина ρ , кг/м ³	Границя міцності при розтягуванні $[\sigma_{раст}]$, ГПа	Границя міцності при стисненні $[\sigma_{ск}]$, ГПа	Границя текучості σ_T , ГПа
Сталь 12X18H10T	200	0,27-0,3	7920	0,820	0,820	0,235
Сталь 45 ГОСТ 1050-88 (термооброблена)	200	0,3	7850	0,950	0,950	0,726

Першим етапом при вирішенні вищевказаних задач згідно оптимізаційного алгоритму було розроблення скінченноелементної розрахункової моделі ВП і заготовки. Кінематичні та силові граничні умови моделі верстатів типових відповідають реальним схемам закріплення із зовнішнім навантаженням та задавалися жорстким закріпленням по нижній поверхні основи пристрою, що еквівалентно встановленню ВП типових на стіл верстата. Усі елементи ВП типових жорстко зв'язані між собою шляхом об'єднання вузлів, а на поверхнях, які зв'язані одна з одною за рахунок дії сил тертя, встановлена можливість переміщення з відповідним коефіцієнтом тертя між цими поверхнями. Можливі переміщення елементів ВП типових із зазначенням типу контактів і характеристик контактних пар, а також коефіцієнтів тертя [34] між елементами.

За допомогою розрахункового комплексу ANSYS [21, 22] отримані результати переміщень та напружень, що виникають у конкретних деталях та в місцях їх контакту. Значення максимальних еквівалентних напружень, визначених за IV гіпотезою міцності Мізеса [23, 24], та максимальних переміщень, що виникли при моделюванні процесу механічної обробки корпусу зі сталі 12X18H10T наведені у табл. 3.2. Як приклад, ілюстрації зі скінчено елементною сіткою, розрахунковими схемами навантажень, переміщеннями та напруженнями при обробці наведені на рис. 3.1 – 3.4. Для більш повного аналізу величини переміщень представлені ілюстрації переміщень за осями координат, де діють максимальні навантаження під час оброблення, що дає більш повне уявлення про характер зміни положення елементів ВП та впливу на точність.

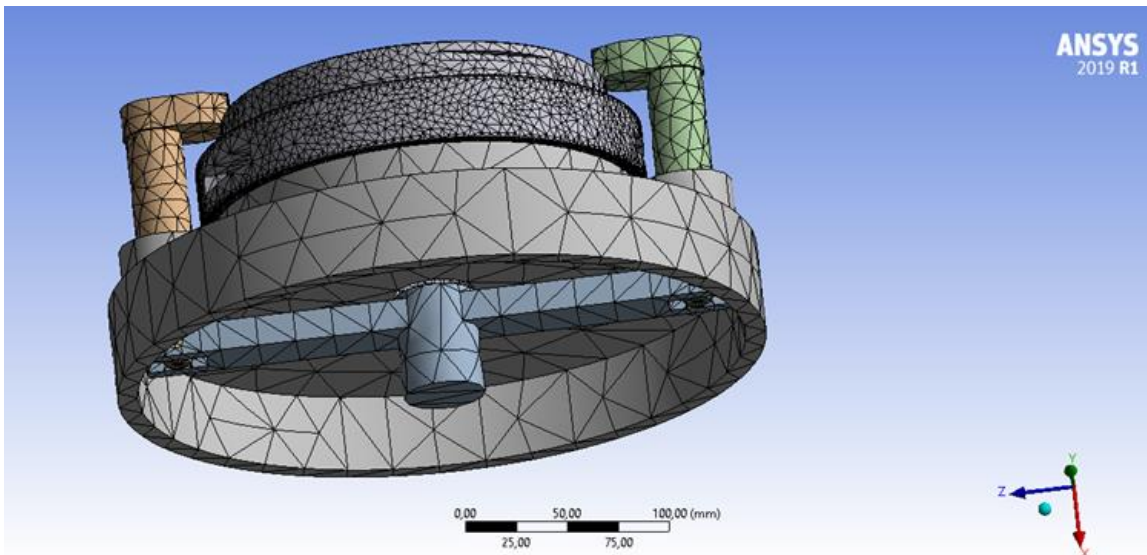


Рисунок 3.1 – Верстатний пристрій та деталь зі скінчено елементною сіткою

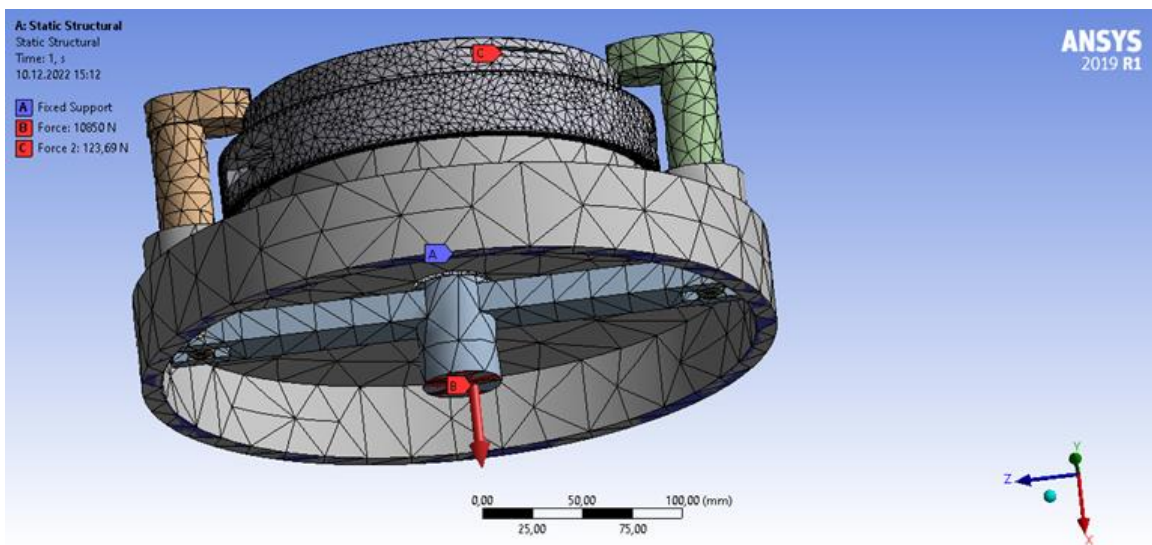


Рисунок 3.2 – Схема прикладення навантажень від сил закріплення та сил різання

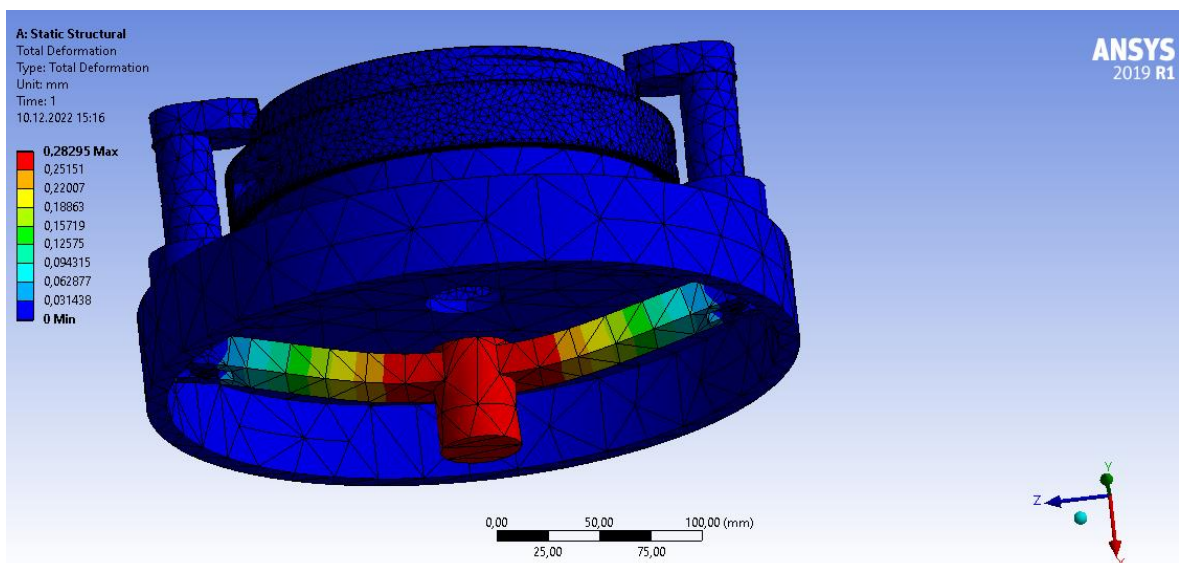


Рисунок 3.3 – Загальні переміщення елементів системи «ВП-заготовка»

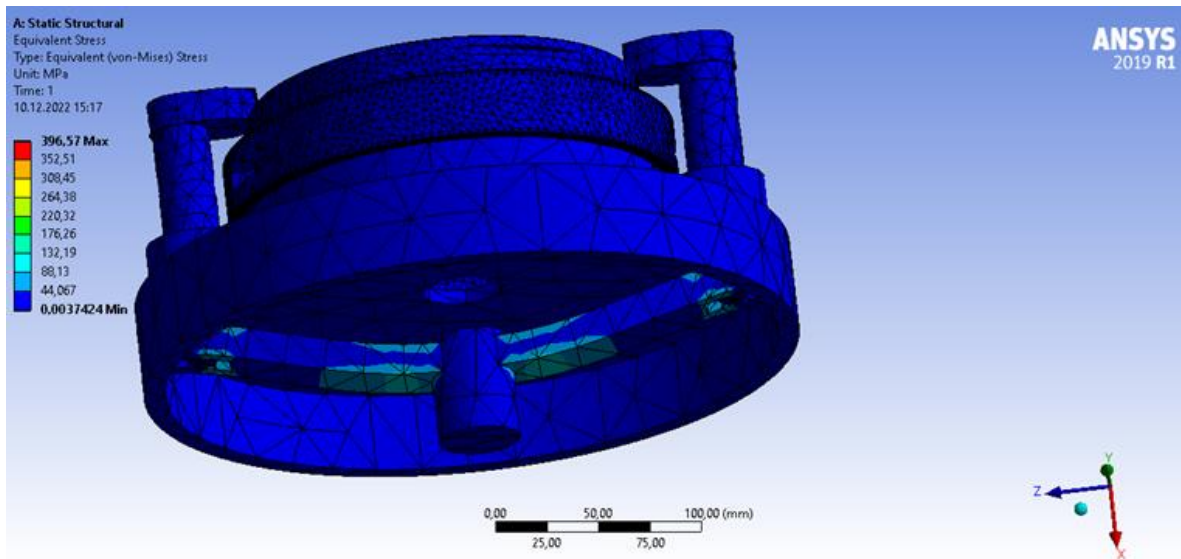


Рисунок 3.4 – Напруження елементів системи «ВП-заготовка»

Таблиця 3.2 – Результати чисельного моделювання у програмному комплексі ANSYS для розробленого верстатного пристрою

Технологічний перехід	Максимальні переміщення, мм	Допустимі переміщення, мм	Максимальні напруження, МПа	Допустимі напруження, МПа
Фрезерування операції 035 Doosan HM 1000/1250	0,28	0,4	369	600

3.3 Модальний аналіз верстатного пристрою для фрезерування

Для запобігання виникнення явища резонансу в процесі механічного оброблення необхідно, щоб частоти власних коливань елементів типового верстатного пристрою і частота процесу різання не співпадали. Вирішення цієї проблеми полягає у призначенні інших режимів різання. Для цього за допомогою вбудованого модуля Modal Analysis у розрахунковому комплексі ANSYS Workbench визначено частоти власних коливань верстатного

пристрою, які порівняно з частотами процесу різання на всіх переходах механічної обробки на фрезерному верстаті.

Результати аналізу дозволяють за необхідності відлаштуватися від резонансу (табл. 3.3). При розрахунках усі елементи верстатного пристрою зв'язувались між собою шляхом об'єднання вузлів. Для деяких поверхонь елементів верстатного пристрою передбачено можливість відносного переміщення аналогічно із дослідженнями НДС. Як приклад форми коливань представлені на рис. 3.8-3.10. Досліджено перших шість частот, адже вони є найбільш небезпечними.

Таблиця 3.3 – Порівняльна таблиця власних частот, які виникають у процесі механічного оброблення

1-ша критична частота, Гц	2-га критична частота, Гц	3-я критична частота, Гц	Частота процесу різання (при фрезеруванні пазів)
642	721	1590	46

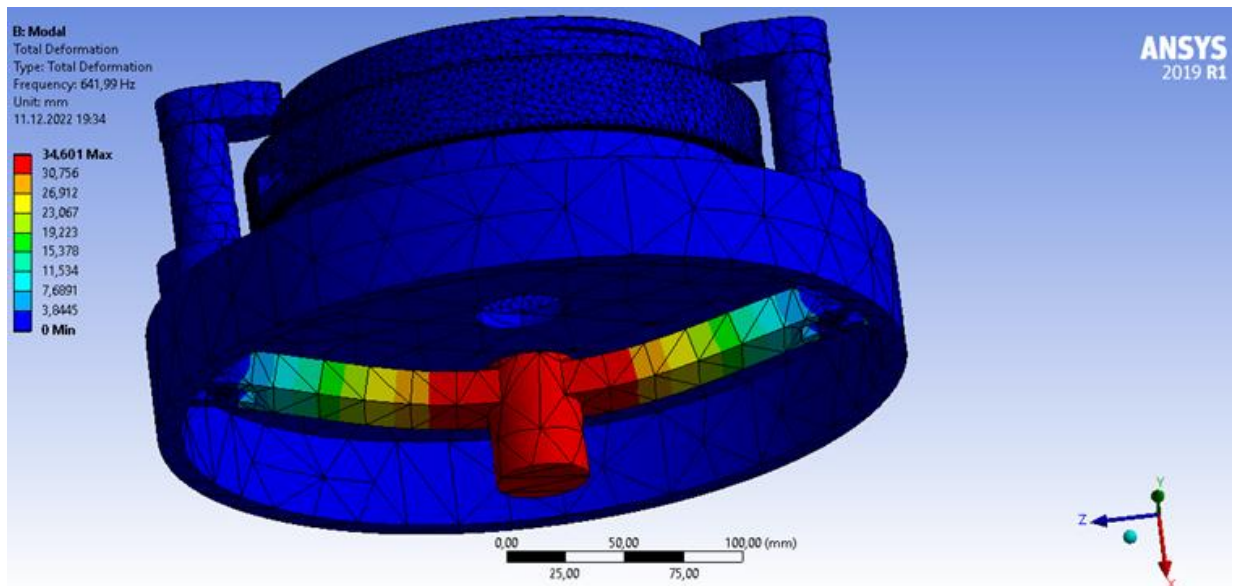


Рисунок 3.5 – Ілюстрація 1-шої частоти

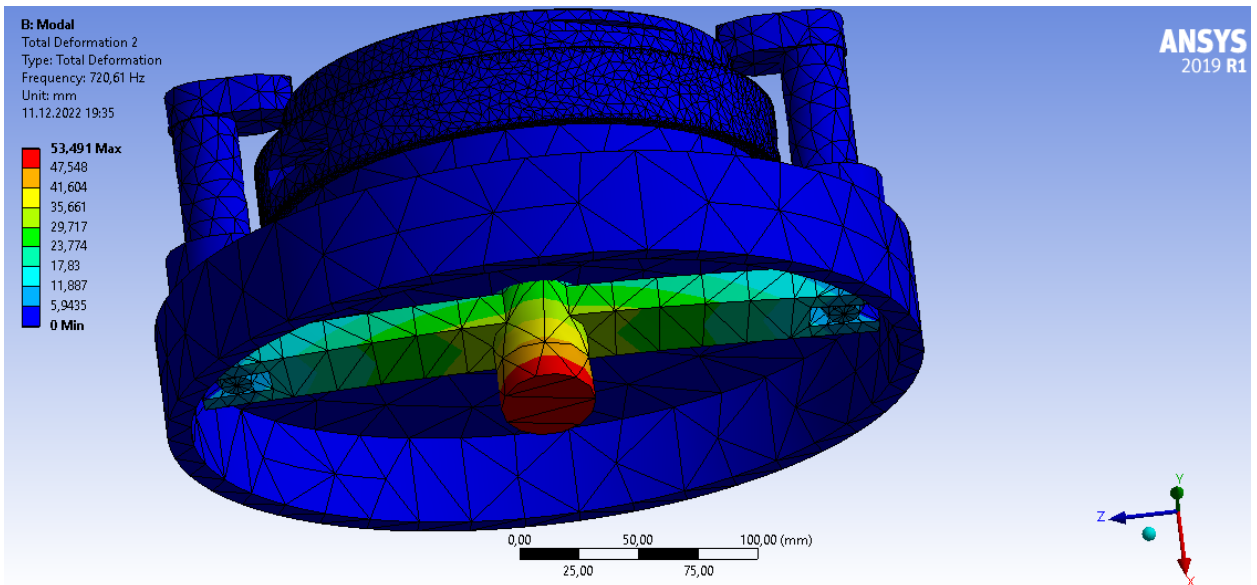


Рисунок 3.6 – Ілюстрація 2-ї частоти

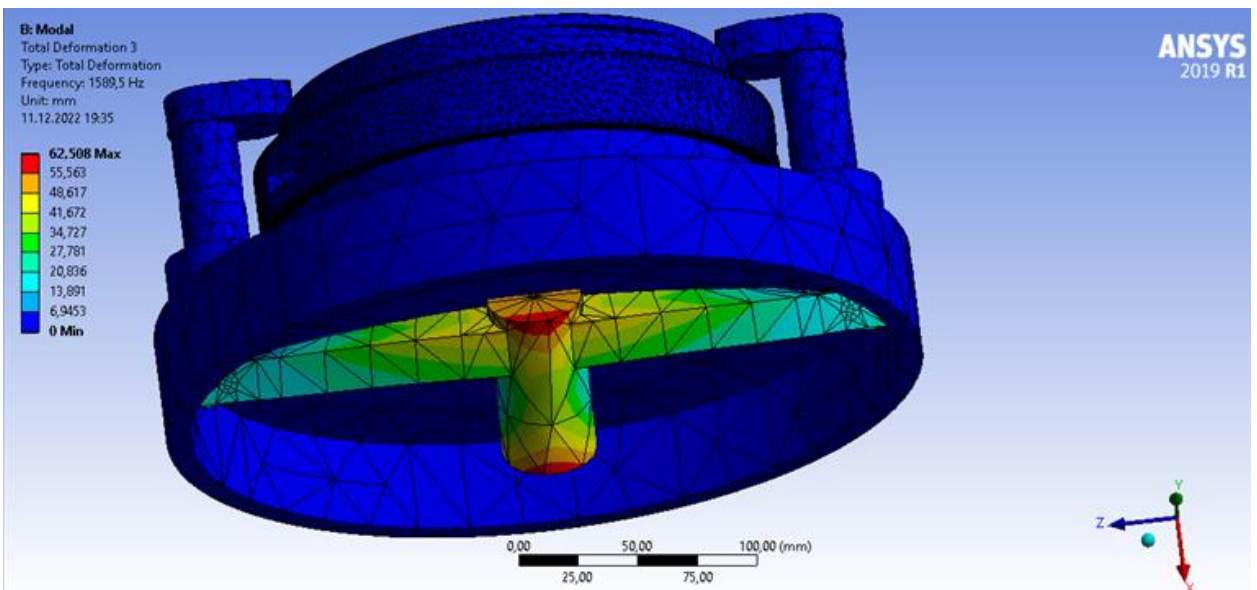


Рисунок 3.7 – Ілюстрація 3-ї частоти

Із табл. 3.3 видно, що для розробленого пристрою резонансу не виникає, оскільки перша критична частота власних коливань 642 вища за максимальну частоту процесу різання 46 Гц.

Також із отриманих значень форм коливань 1-ї та 2-ї частоти та їх величини та картини коливань, а також переміщень при цьому відповідно дуже близькі за значеннями, отже це є доказом того, що розрахунки вірні та

модель адекватна. Результати модального аналізу дозволяють висунути гіпотезу, що динамічна жорсткість розробленого пристрою є та буде достатньою для проведення механічного оброблення без виникнення резонансних режимів.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Аналіз шкідливих і небезпечних факторів при операції 035 деталі «Корпус» насоса НМ 10000-380-2.

Проведемо аналіз умов праці в механоскладальному цеху Сумського державного університету, де виготовляється деталь «Корпус».

Даний аналіз проводимо з використанням нормативних правових актів, до яких відносяться:

- стандарти системи безпеки (ССБТ);
- будівельні норми і правила (СНиП);
- санітарні норми і правила (Санпін);
- міжгалузеві правила по охороні праці;
- галузеві правила з охорони праці;
- міжгалузеві і галузеві організаційно-методичні документи (положення, методичні вказівки, рекомендації);
- типові галузеві інструкції з охорони праці;
- інструкції з безпеки. – токарні верстати;
- координатно-розточні верстати;
- фрезерні верстати;
- сведлильні верстати;
- комплексний оброблюваний центр із ЧПК.

Технологічний процес обробки деталі здійснюється на ділянці, розміщеній у механічному цеху, зібраному з типових секцій висотою 5 м.

У технологічному процесі обробки деталей задіяні наступні верстати та обладнання:

Тип виробництва – багатомноменклатурний. Обладнання розставлено за груповою ознакою.

Для транспортування і зберігання деталей, заготовок і відходів виробництва використовується тара-контейнери. Згідно ДСТУ контейнери використовуються для заготовок і деталей.

Установка заготовок на верстатах при обробці на токарних, координатно-розточувальних верстатах проводиться в стандартних умовах – 3-х кулачкових па-тронах і лещатах відповідно. Крім того на координатно-розточний і багатоцільовий операції, застосовуються для установки та закріплення заготовок спеціальні пристосування з гідроприводом, що працюють при тиску в мережі 0,4 МПа. При встановленні заготовки в пристосування застосовується кран-балка вантажопідйомністю $Q=1$ т. Ця ж кран-балка застосовується для установки пристроїв на верстаті. Маса пристосування на операції до 30 кг. На контрольній операції використовується спеціальне пристосування масою 30 кг встановлення якого також здійснюється за допомогою кран-балки.

Ріжучий інструмент застосовується в основному стандартний, але є й спеціальні різці, використовувані на токарних і розточувальних операціях. На токарних операціях інструмент здійснює зворотно-поступальний рух, а при фрезеруванні - обертальний рух. При контролі на робочому місці і столі ВТК в якості вимірювального інструменту застосовується стандартний – шкальний та граничний інструмент.

Аналіз виробничого ділянки дозволяє виділити наступні потенційні небезпеки і шкідливості:

- можливість контакту з рухомими частинами обладнання (пересуваються столом, супортом, обертовим інструментальним магазином);
- можливість контакту з рухомим технологічним транспортом;

– можливість падіння заготовки при встановленні і знятті її з верстата в результаті відсутності схеми стропування;

– можливість появи небезпечної зони при транспортування тари, пов'язана з відсутністю маршруту переміщення або його порушенням;

– руйнування конструкцій інструменту, в результаті перевищення навантажень гранично допустимих значень;

– розкріплення деталі в пристосуванні з пневмоприводом під час її обслуговування на координатно-розточувальному верстаті з ЧПК з-за раптового припинення підведення повітря (при відмові компресора).

– замикання електричного ланцюга на металеві нетоковедущі частини обладнання в результаті порушення цілісності ізоляції струмоведучих частин; По пожежної безпеки приміщення проектного ділянки відноситься до категорії «Д», тобто в приміщенні використовуються негорючі речовини і матеріали в холодному стані. Обладнання підключається до електричної мережі з трифазним струмом напругою 380 В і частотою 50 Гц.

– недостатня освітленість робочого місця при обробці поверхонь; Освітлення виробничого приміщення здійснюється природним і штучним світлом. Природне освітлення здійснюється за комбінованою схемою: через світлові отвори в бічних стінах і світлоаераційних ліхтарях. Загальне штучне освітлення здійснюється світильниками з лампами денного світла, застосування яких дозволено ДБН В.2.5-28-2006 [11]. Для місцевого освітлення застосовуються світильники, встановлені безпосередньо на робочому місці.

– контакт робочого, при виконання технологічних операцій (контроль, встановлення і зняття деталі), з гострими кромками, задирок на поверхнях заготовок;

- контакту робітника, при виконанні технологічних операцій (під час механічної обробки) з вилітає стружкою, утвореної в процесі різання;
- контакту робітника, при виконанні технологічних операцій (контроль, встановлення і зняття деталі), з поверхнями обладнання, заготовок, інструментів, що мають підвищену температуру в результаті виділення тепла при різанні і при терті контактуючих поверхонь;
- підвищений сумарний рівень шуму при спільній роботі обладнання;
- підвищення вібрації обладнання через переривчастих процесів різання;
- запиленість і загазованість повітря робочої зони пилом і парами речовин, що утворюються при випаровуванні ЗОР.

Як МОР при обробці заготовок на ділянці використовується 5% розчин «Ак-вол-2». До її складу входять ПАР з додаванням мінеральних масел та інгібіторів корозії. Дана ЗОР має малу токсичність, не володіє дратівливою дією і не є активним джерелом забруднення повітря. ЗОР відноситься до 4-му класу небезпеки.

Виконувані робітниками на ділянці операції відносяться до робіт середньої важкості, категорія 2-б. Категорія зорових робіт за ДБН В.2.5-28-2006 від малої, середньої точності на чорнових операціях, до високої точності на чистових і контрольних операціях.

При обробці деталей, матеріалом яких є в'язка сталь, утворюється зливна стружка на токарних операціях і елементна стружка при фрезеруванні. На чорнових операціях при обробці по кірці утворюється пил від окалини з розмірами частинок від 2 до 60 мкм. На робочому місці забирається стружка з устаткування з допомогою гачка і шляхом змітання за допомогою щіток. Навколо устаткування і робочого місця забирається стружка допоміжними робітниками в контейнери, які потім транспортуються у відведене місце в цеху для подальшого вивезення.

Виконувані робітниками на ділянці операції відносяться до робіт середньої тяжкості, категорія II-б. Категорія зорових робіт по ДБН В.2.5-28-2006 від малої, середньої точності на чорнових операціях, до високої точності на чистових і контрольних операціях.

Для розроблення організаційних заходів, що забезпечують безпечні умови праці на ділянці з виробництва деталі типу корпус виконаємо порівняння допустимих та фактичних величин температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень шляхом порівняння показників у таблицях 4.1 та 4.2.

Відповідно до вимог техніки безпеки, викладеними в стандартах ГОСТ 12.3.002-2014 ССБТ. «Процеси виробничі. Загальні вимоги безпеки» в дипломному проекті передбачається комплекс таких заходів:

- для запобігання контакту робочого з рухомими частинами обладнання, передбачити відповідно до застосування додаткових захисних пристроїв, відповідних вимогам. Це, зокрема, додаткові огороження, що закривають рухомі частини обладнання (супорт, стіл, інструментальний магазин верстата);

- для забезпечення безпечного руху наземного транспорту транспортні шляхи встановлюються відповідно до СНиП 2.05.02 і повинні відповідати вимогам;

- для запобігання падінню заготовки при установці і знятті її з верстата ро-зробити схему стропування;

- при транспортуванні тари, розробити маршрут переміщення і розташувати його на видному місці;

- відповідно до в комплекті до верстатного обладнання передбачити запобіжні пристрої (запобіжні патрони, оправки), що захищають від перевантаження, здатної викликати поломку інструменту і травмування працюючих;

– відповідно до в комплекті до пристосування з гідроприводом передбачити запобіжні пристрої - зворотні клапани для запобігання розкріплення деталей при раптовому припиненні подачі масла;

– для запобігання замикання через тіло людини електричного кола з підвищеним значенням напруги відповідно до передбачаються наступні заходи: підключення виробничого обладнання до заземлювального пристрою; наявність подвійної або посиленої ізоляції з пробивним напругою не менше 4000 В; на кожному робо-чому місці близько верстата повинні бути дерев'яні трапи на всю довжину робочої зони, а за шириною не менше 0,6 м від частин верстата. Передбачається також застосування засобів індивідуального захисту (гумові калоші, килимки);

– для забезпечення освітленості робочих місць передбачити використання додаткових світильників місцевого освітлення на токарних операціях;

– для запобігання контакту робочого з поверхнями мають гострі кромки, задирки, шорсткість передбачити індивідуальні засоби захисту (рукавиці);

– для обмеження зони поширення стружки використовувати захисні екрани, як стаціонарно встановлені на обладнанні, так і окремо. На металорізальних верстатах зону обробки закривати захисними кожухами;

– для запобігання контакту робочого з поверхнями мають підвищену температуру (в основному поверхні обладнання, інструменту, стружки і оброблюваних деталей) використовувати захисні кожухи, індивідуальні засоби захисту (рукавиці). Для зниження температури в зоні різання використовувати МОР;

– для зменшення рівня шумів на робочому місці передбачити раціональну розстановку устаткування, що враховує фактор спрямованості, рекомендувати

для облицювання стін і стель використовувати шумопоглинаючі матеріали для покриття внутрішніх поверхонь виробничих будівель, уникати по можливості переривчастого різання;

– для зменшення вібрації використовувати віброізоляцію обладнання. У конструкції виробничого обладнання передбачити виконання всіх вимог по вібраційної безпеки. Уникати переривчастих процесів різання. Для підтримки обладнання у відповідності з його технічними характеристиками передбачити систему планово-попереджувальних ремонтів;

– для недопущення перевищення гранично-допустимих значень концентрацій шкідливих речовин і пилу в повітрі робочої зони зазначених використовувати систему загальнообмінної вентиляції та очищення повітря.

Таблиця 4.1 – Допустимі величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень

Період року	Категорія робіт	Температура, °С	Відносна (%) на робочих місцях - постійних і непостійних		Швидкість руху (м/сек.) робочих місцях - постійних і непостійних		
			Верхня межа	Нижня межа	Верхня межа	Нижня межа	
			На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях	На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях	
Холодний період	Середньої важкості ПБ	21	23	15	13	75	не більше 0,4
Теплий період	Середньої важкості П	27	29	15	15	70 - при 25°С	0,5 - 0,2

Таблиця 4.2 – Фактичні величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень

Період року	Категорія робіт	Температура, °С		Відносна вологість (%) на робочих місцях - постійних і непостійних		Швидкість руху (м/сек.) на робочих місцях - постійних і непостійних	
		Верхня межа	Нижня межа	Верхня межа	Нижня межа	Верхня межа	Нижня межа
		На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях	На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях		
Холодний період руху	Середньої важкості Пб	20	19	18	14	75	не більше 0,4
Теплий період року	Середньої важкості Пб	22	25	20	20	70 - при 25° С	0,5 - 0,2

4.2 Розрахунок захисного заземлення обладнання

Вихідні дані:

Нормативний опір $R_{\text{заз}} \leq 4$;

Грунт = пісок;

Кліматична зона: I;

$d = 0,05$ м;

$l = 2,5$ м;

$b = 0,05$ м;

Значення питомих опорів ґрунтів, $\rho_{\text{табл}} = 70000$ Ом·см.

Визначають питомий розрахунковий опір ґрунту для вертикальних електродів (труб або стрижнів) $\rho_{\text{розр.т}}$, Ом · см, з урахуванням несприятливих умов за допомогою підвищувального коефіцієнта:

$$\rho_{\text{розр.т}} = \rho_{\text{табл}} \cdot K_{\text{П.Т}}$$

$$\rho_{\text{розр.т}} = 70000 \cdot 2 = 140000.$$

Визначають питомий розрахунковий опір, Ом · см, ґрунту для горизонтального заземлювача (з'єднувальної смуги):

$$\rho_{\text{розр.с}} = \rho_{\text{табл}} \cdot K_{\text{П.С}}$$

$$\rho_{\text{розр.с}} = 70000 \cdot 5 = 350000.$$

Визначають відстань t від поверхні землі до середини вертикального заземлювача:

t

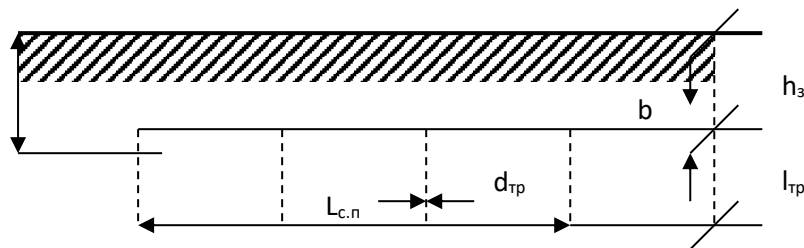


Рисунок 4.1 – Схема заземлення

$$t = h_з + \frac{l_m}{2}$$

де $h_з$ – глибина заглиблення труб, см, зазвичай $h_з = 80$ см;

l_m – довжина вертикального заземлювача (труби або стрижня).

$$t = 80 + \frac{2,5}{2} = 21,25.$$

Визначають опір проходження струму для одиночного вертикального заземлювача, Ом, який розміщений нижче від поверхні землі:

$$R_m = 0,366 \frac{\rho_{розрм}}{l_m} \left(\lg \frac{2l_m}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4t + l_m}{4t - l_m} \right).$$

$$R_m = 0,366 \frac{140000}{2,5} \left(\lg \frac{2 \cdot 2,5}{0,05} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \cdot 21,25 + 2,5}{4 \cdot 21,25 - 2,5} \right) = 41253,9.$$

Визначають орієнтовну необхідну кількість вертикальних заземлювачів без урахування коефіцієнта екранування

$$n_m = \frac{R_m}{R_з}.$$

$$n_m = \frac{41253,9}{4} = 10313,5.$$

Визначають відстань між вертикальними заземлювачами L_m , см, із співвідношення $c = \frac{L_m}{l_m}$. Для стаціонарних заглиблених заземлювачів це співвідношення береться таким: $C = 1$. Тоді

$$L_m = l_m \cdot c.$$

$$L_m = 2,5 \cdot 1 = 2,5.$$

Уточнюють необхідну кількість вертикальних заземлювачів з урахуванням коефіцієнта екранування:

$$n_{m.e} = \frac{R_m}{R_3 \cdot \eta_{e.m}}.$$

$$n_{m.e} = \frac{41253,9}{4 \cdot 0,85} = 12133,5.$$

Визначають розрахунковий опір проходження струму за уточненого числа вертикальних заземлювачів $n_{m.e}$:

$$R_{розр.n_{m.e}} = \frac{R_m}{n_{m.e} \cdot \eta_{e.m}}.$$

$$R_{розр.n_{m.e}} = \frac{41253,9}{12133,5 \cdot 0,85} = 4$$

Визначають довжину з'єднувальної смуги, см:

$$L_{3.c} = 1,05 L_m (n_{m.e} - 1).$$

$$L_{3.c} = 1,05 \cdot 2,5 (12133,5 - 1) = 31847,8.$$

Визначають опір проходження струму, Ом, в з'єднувальній смузі:

$$R_{3.c} = 0,366 \frac{\rho_{розр.c}}{L_{3.c}} \lg \frac{2L_{3.c}^2}{h_3 \cdot b_c},$$

$$R_{3.c} = 0,366 \frac{350000}{31847,8} \lg \frac{2 \cdot 31847,8^2}{80 \cdot 0,05} = 35.$$

Коефіцієнт екранування з'єднувальних смуг $\eta_{e.з.с}$ під час розміщення заземлювачів у ряд (чисельник) чи за чотирикутним контуром (знаменник)

$$\eta_{e.з.с} = \frac{0,77}{0,45}$$

Визначають розрахунковий опір для проходження електричного струму в з'єднувальній смузі з урахуванням коефіцієнта екранування:

$$R_{розр.с} = \frac{R_{3.п}}{\eta_{e.з.п}}.$$

$$R_{\text{розр.с}} = \frac{35}{1,7} = 20,6.$$

Визначають загальний розрахунковий теоретичний опір проходження струму від вертикальних заземлювачів та з'єднувальної смуги:

$$R_{\text{заг.розр}} = \frac{1}{\frac{1}{R_{\text{розр.т}}} + \frac{1}{R_{\text{розр.с}}}}.$$

$$R_{\text{заг.розр.}} = \frac{1}{\frac{1}{140000} + \frac{1}{350000}} = 100000.$$

4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Надзвичайна ситуація (НС) - стан, при якому в результаті виникнення джерела надзвичайної ситуації на об'єкті, визначеній території порушуються нормальні умови життя і діяльності людей, виникає загроза життю і здоров'ю, завдається шкода населенню, народному господарству, навколишньому природному середо-вищу.

За характером джерел виникнення НС діляться на:

- а) природні явища і процеси;
- б) техногенні промислові аварії і катастрофи (радіаційні, хімічні, біологічні, гідродинамічні аварії);
- в) пожежі, вибухи, небезпечні пригоди на транспорті або транспортні аварії;
- г) інфекційні хвороби людей (епідемії);
- д) криміногенні.

Осередком ураження - називається територія з розташованими на ній будівлями, спорудами, інженерними мережами, комунікаціями, обладнанням і людьми, які постраждали від руйнування або зараження в результаті виникнення НС.

Безпека в НС - стан захищеності населення.

Захищеність в НС - стан, при якому запобігають, долають або гранично знижують негативні наслідки виникнення потенційних небезпек при НС для людей.

Одним з основних способів захисту є своєчасний і швидкий вивіз людей з небезпечної зони, тобто евакуація.

Вид евакуації визначається видом, характером і умовами НС. Екстрена евакуація викликається швидкоплинними накопиченнями негативних факторів в зоні НС або від самого початку високими рівнями цих факторів.

У числі заходів щодо захисту персоналу підприємства, які розробляються об'єктовою комісією, вказуються дії по евакуації, як при загрозі так і при виникненні НС.

Питання евакуації для вивчення включаються в тематику занять робітниками і службовцями в системі цивільної оборони.

З урахуванням аналізу визначається вид евакуації, проводиться розрахунок службовців і робітників, встановлюються заходи щодо безаварійної зупинки виробництва, намічаються схеми руху евакуйованих із зони НС до пунктів тимчасового розміщення.

Керівник об'єктової комісії з НС приймає одне з рішень:

- а) провести евакуацію всередині цеху;
- б) вивести персонал за межі об'єкта;
- в) застосувати комбінований метод.

У зв'язку з можливістю загорання, вибуху газовмісних балонів або виникнення НС іншої категорії. На проєктованій ділянці повинен бути передбачений план евакуації.

У цеху повинні бути передбачені первинні засоби пожежогасіння:

- а) ящики з піском;
- б) пожежні відра;
- в) лопати;
- г) пожежний інструмент (лом, сокира);
- д) вогнегасники.

Відповідно до ГОСТ 12.1.004-91 планування будівель і споруд повинні забезпечувати швидку евакуацію людей у разі виникнення пожежі.

4.4 Висновки

- Проведено аналіз шкідливих і небезпечних факторів на ділянці з виготовлення деталі «Шестерня» та визначені шляхи щодо їх усунення.
- Виконаний розрахунок природнього та штучного освітлення, який дозволяє підібрати лампи для цеху, де виготовляється деталь «Шестерня», що буде забезпечувати достатню освітленість на робочих місцях.
- Визначено заходи в разі виникнення надзвичайних ситуацій.

ВИСНОВКИ

Тема дипломного проекту – удосконалення технологічного процесу виготовлення корпусу шляхом оптимізації конструкції верстатного пристрою на фрезерній операції.

У ході виконання кваліфікаційної роботи було виконано обсяг робіт:

- при аналізі службового призначення були відображені основні технічні характеристики і призначення машини. Що стосується самої деталі, то був проведений аналіз усіх її поверхонь, а також функцій, виконуваних ними;

- виконано аналіз технологічності конструкції згідно ЄСТПП;

- при аналізі технічних вимог описані властивості матеріалу деталі, а також були проаналізували вимоги, пропоновані при виготовленні деталі конструктором, їх відповідність загальноприйнятим стандартам;

- був визначений тип виробництва – середньосерійний і визначена партія запуску $n = 25200$ штук;

В якості заготовки було прийнято штамповка на пресах, так як воно більш економічно вигідне, ніж поковка на молотах.

Розраховані припуски аналітичним способом.

Під час виконання роботи було проаналізовано існуючий технологічний процес виготовлення деталі та внесено зміни спрямовані на його вдосконалення, а саме зменшення операцій, змінена послідовність операцій, замінено універсальне устаткування на обладнання з ЧПК.

Спроектований спеціальний верстатний пристрій для фрезерування із ЧПК операції і до цієї ж операції розроблена карта операційного налагодження.

Для контролю циліндричної поверхні було розроблено контрольно-вимірювальний пристрій, який забезпечує достатню точність контролю.

У розділі «науково-дослідна частина» розглянуті питання оптимізації конструкції верстатного пристрою. Дослідження напружено-деформованого

стану верстатного пристрою для фрезерування та Модальний аналіз верстатного пристрою для фрезерування.

У розділі «охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» виконано розрахунок захисного заземлення обладнання, який дозволяє забезпечити сприятливі для робітників умови.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. **Захаркин А.У.** Методические указания для практических работ по курсам «Теоретические основы изготовления деталей и сборки машин» и «Технология машиностроения» для студентов направления 0902 «Инженерная механика» всех форм обучения [Текст] : А. У. Захаркин, В. Г. Евтухов. - Сумы изд. СумДУ 2004. – 75 с.

2. **Горбацевич А. Ф.** Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст] : [учеб. пособие для машиностроит. спец.] / А. Ф. Горбацевич, В. А. Шкред. - Мн.: Выш. Школа, 1983. — 256 с.

3. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски [Текст]. – Введ. 1990-01-07. – Москва. : Изд-во стандартов, 1990. – 55 с.

4. **Косилова А. Г.** Справочник технолога-машиностроителя [Текст]: в 2 т. / А. Г. Косилова, Р. К. Мещеряков. – М.: Машиностроение, 1985. – 2 т. – 656 с.

5. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ [Текст] : в 2 ч. Ч. 2 /М.: Экономика, 1990. - 472 с.

6. Общемашиностроительные нормативы времени для нормирования работ выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ, [Текст]: в 2 ч. Ч. 1 /М.: Экономика, 1989. - 402 с .

7. **Горошкин А. К.** Приспособления для металлорежущих станков [Текст] : А. К. Горошкин. – М: Машиностроение, 1979. – 302 с.

8. **Колев Н. С.** Металлорежущие станки [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / Колев Н. С., Красниченко Л. В., Никулин Н. С. -М.: Машиностроение, 1980. - 500 с.

9. **Кушніров П. В.** Методичні вказівки до практичних занять з курсу “Технологічна оснастка” [Текст] : П. В. Кушніров. – Суми: Вид-во Сум ДУ, 2009. – 52 с.

10. **Гжиров Р. И.** Краткий справочник конструктора [Текст] : Р. И. Гжиров. - Л: Машиностроение, 1984. – 464 с.
11. **Дунаев И. М.** Организация проектирования системы технического контроля [Текст] : Дунаев И. М., Скворцов Т. П., Чутырин В. Н. - М: Машиностроение, 1981. – 191 с. 89
12. **Штейнберг Б. И.** Справочник молодого инженера конструктора [Текст] : Б. И. Штейнберг, Б. М. Брайнман. – Киев: Техника, 1983. – 184 с.
13. **Цейтлин Я. М.** Нормальные условия измерения в машиностроении [Текст] : Я. М. Цейтлин. – Л.: Машиностроение, 1981. – 224 с.
14. **Євтухов В. Г.** Методичні вказівки до практичної роботи "Вибір засобів вимірювання та його обґрунтування" з дисципліни "Основи конструювання контрольно-вимірювальних пристроїв" для студентів спеціальності 7.090202 та 8.090202 "Технологія машинобудування" денної та заочної форм навчання [Текст] : / В. Г. Євтухов. – Суми, Вид-во СумДУ, 2008. – 20 с.
15. **Чумаков Г. С.** Методические указания к выполнению контрольной работы по курсу "Проектирование контрольно-измерительных приспособлений" для студентов специальностей 12.01 "Технология машиностроения" [Текст] : / Г. С. Чумаков.– Харьков, ХПИ , 1990. – 56 с.
16. **Кузнецов Ю. И.** Оснастка для станков с ЧПУ [Текст] : Кузнецов Ю. И., Маслов А. Р., Байков А. Н. - М: Машиностроение, 1990. – 512 с.
17. **Юдин Е. Я.** Охрана в машиностроении [Текст] : Юдин Е. Я., Белов С. В., Баланцев С. К.— М: Машиностроение, 1983. - 432 с.
18. **Ансеров М. А.** Приспособления для металлорежущих станков. Расчеты и конструкции [Текст] : М. А. Ансеров. – М: Машиностроение, 1964. – 428 с.
19. **Бабаков А. А.** Нержавеющие стали. Свойства, обрабатываемость и химическая стойкость в различных агрессивных средах [Текст] : А. А. Бабаков. – М: Госхимиздат, 1956. – 328 с.

20. Методичні вказівки до кваліфікаційної роботи бакалаврів для студентів спеціальності 6.05050201 «Технології машинобудування» денної та заочної форм навчання / укладач В. Г. Євтухов. – Суми : Сумський державний університет, 2017. – 44 с.

21. Агрегатно-модульне технологічне обладнання : навч. посіб. для ВНЗ. Ч. 2. Проектування та дослідження вузлів агрегатно-модульного технологічного обладнання / В. А. Крижанівський, Ю. М. Кузнецов, А. М. Кириченко та ін. – Кіровоград: Кіровогр. держ. техн. ун-т. – 2003. – 286 с. 90

22. Агрегатно-модульне технологічне обладнання : Навч. посіб. для ВНЗ. Ч. 3. Агрегатно-модульне технологічне обладнання нового покоління, його оснащення та інструментальне забезпечення / В. А. Крижанівський, Ю. М. Кузнецов, А. М. Кириченко та ін. – Кіровоград: Кіровогр. держ. техн. ун-т. – 2003. – 507 с.

23. Інтенсифікація процесів механічної обробки: монографія / В. Є. Карпусь, В. О. Іванов, О. В. Котляр та ін.; за ред. В. Є. Карпуся. – Суми: Сумський державний університет, 2012. – 436 с.

24. **Васильев В. Н.** Организационно-экономические основы гибкого производства / В. Н. Васильев, Т. Г. Садовська. – Москва : Высшая школа, 1988. – 272 с.

25. **Бондаренко С. Г.** Основи технології машинобудування / С. Г. Бондаренко. – Львів : Магнолія, 2006. – 500 с.

26. **Микитянский В. В.** Точность приспособлений в машиностроении. – М. : Машиностроение, 1984. – 128с.

27. Automated fixture configuration for rapid manufacturing planning / S.Nelaturi, A. Rangarajan, C. Fritz, T. Kurtoglu // Computer-Aided Design. – 2014. – Vol. 46. – P. 160–169.

28. Finite element modelling and analysis of workpiece-fixture system / N. M. Kumbhar, G. S. Patil, S. S. Mohite, M. A. Sutar // International Journal of Applied Research in Mechanical Engineering. – 2012. – Vol. 2. – P. 60–65.

29. Asante J. N. A combined contact elasticity and finite element-based model for contact load and pressure distribution calculation in a frictional workpiece-fixture system / J. N. Asante // *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. – 2008. – Vol. 39. – P. 578–588.
30. Multi-objective optimization design of a fixture layout considering locator displacement and force–deformation / Z.Liu, M. Wang, K. Wang, X. Mei // *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. – 2012. – Vol. 67. – P. 1267–1279.
31. Machining fixture layout design for milling operation using FEA, ANN and RSM / M.Vasundara, K. P. Padmahaban, M. Sabareeswaran, N. RajGanesh // *Procedia Engineering*. – 2012. – Vol. 38. – P. 1693–1703.
32. Li B. Optimal Fixture Design Accounting for the Effect of Workpiece Dynamics / B. Li, S. Melkote // *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. – 2001. – Vol. 28. – P. 701–707.
33. Nalbandh A. H. Fixture design optimization using genetic algorithm-a review / A. H. Nalbandh, C. C. Rajyaguru // *Journal of information, knowledge and research in mechanical engineering*. – 2013. – Vol. 2. – P. 466–471.
34. Amaral N. Finite Element Analysis Study on Fixtured Workpiece Deformation : Bachelor of Science Thesis – Worcester, USA, 2000. – 109 p.
35. Papastathis T. N. Modelling and Design Methodology for Fully-Active Fixtures : PhD Thesis. – The University of Nottingham, Great Britain, 2010.
36. Clamping force optimization for minimum deformation of workpiece by dynamic analysis of workpiece-fixture system / S.Selvakumar, K. P. Arulshri, K. P. Padmanaban, K. S. Sasikumar // *World Applied Sciences Journal*. – 2010. – Vol. 7. – P. 840–846.
37. Deng H. Analysis and synthesis of fixturing dynamic stability in machining accounting for material removal effect : PhD Thesis. – Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA, USA, 2006.

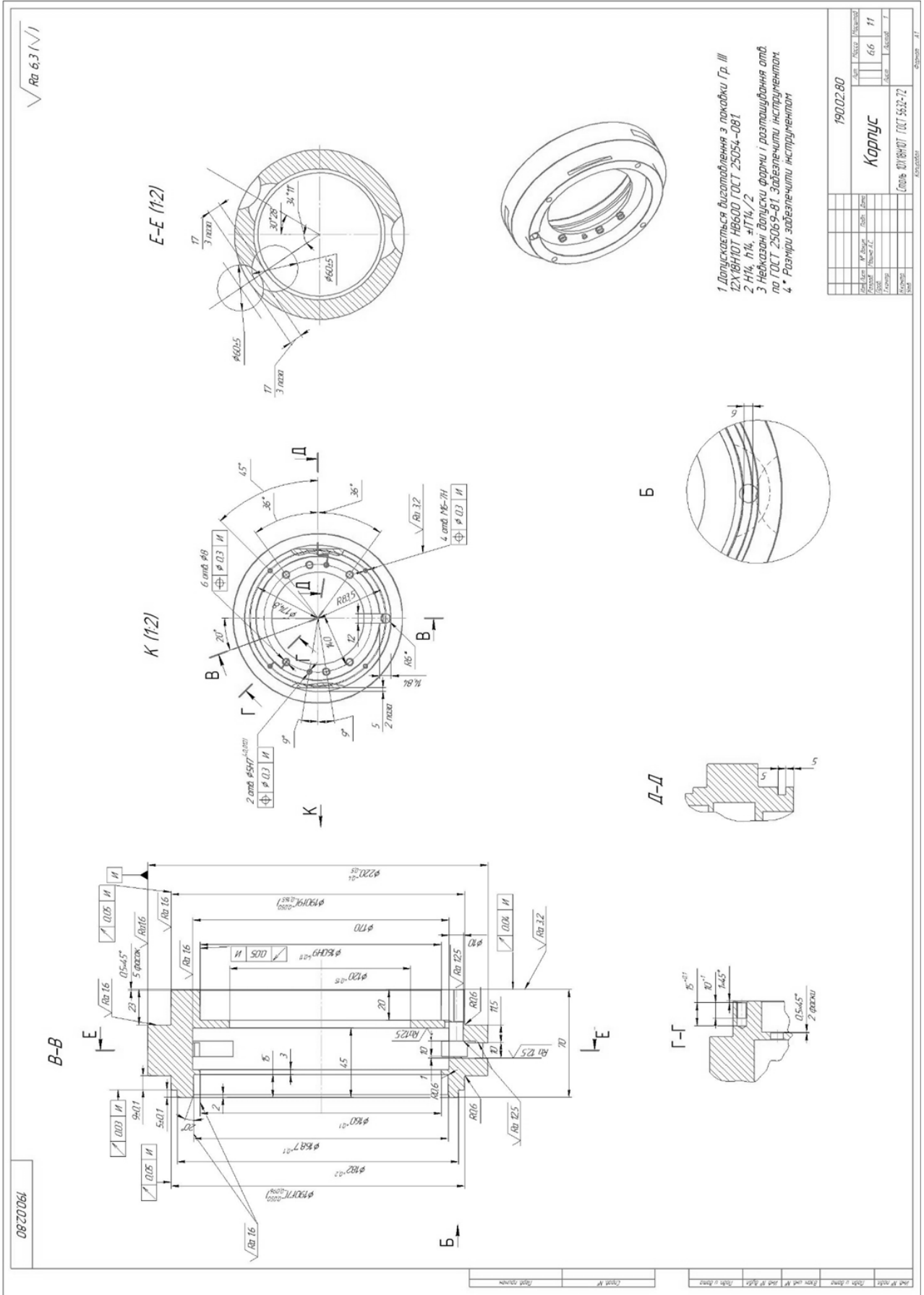
38. Карпусь В. Є. Інтенсифікація процесів механічної обробки: монографія / В. Є. Карпусь, В. О. Іванов, О. В. Котляр та ін.; за ред. В. Є. Карпуся. – Суми : Сумський державний університет, 2012 – 436 с.

39. Карпусь В. Е. Обоснование выбора системы приспособлений в серийном производстве / В. Е. Карпусь, В. А. Иванов // Високі технології в машинобудуванні. – Харків : НТУ «ХП», 2008. – Вип. 1 (16). – С. 125–134.

40. Karpus' V. E. Universal-composite adjustable machine-tool attachments / V. E. Karpus', V. A. Ivanov // Russian engineering research, 2008. – Vol. 28, No. 11. – P. 1077–1083.

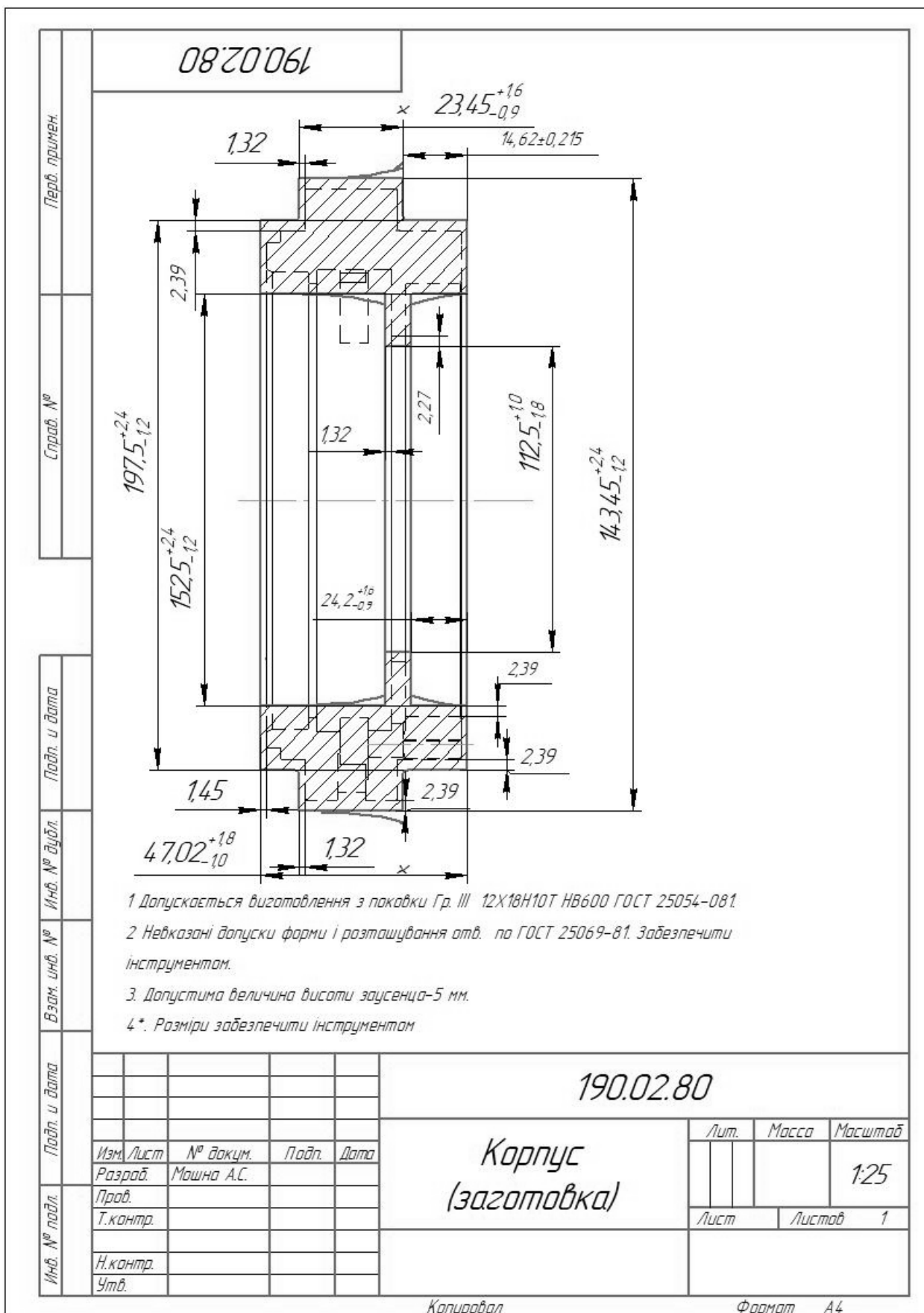
ДОДАТОК А

КРЕСЛЕННЯ ДЕТАЛІ КОРПУС



ДОДАТОК Б

КРЕСЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ



ДОДАТОК В

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ ПРИПУСКІВ

РОЗРАХУНОК ПРИПУСКІВ НА ДІАМЕТРАЛЬНІ РОЗМІРИ		
Програма - 'prip' ver.7.1		10.11.2022
СумДУ. Обчислювальний центр факультету ТЕСЕТ		

Розрахунок виконаний для Мошна А.С. група - ТМм-11

ВИХІДНІ ДАНІ:

оброблювальна поверхня - зовнішня циліндрична ϕ 190 -0.050
-0.165

Найменування перехода або операції маршрута обробки поверхонь	Позначення точності	Грани- чні відхи- лення, мм	Елементи припуску, мм				
			шорст- кість $Rz(i-1)$	дефект шар $h(i-1)$	простр відкип $p(i-1)$	похибка базис $E_B(i)$	закр. $E_z(i)$
Лиття	ГОСТ 26645-85	+2.700 -1.300	-	-	-	-	-
Chernova	квалітет 14 +0.74 0	+0.74 0	250	1000	2119	500	500
Polychistova	квалітет 9 +0.074 0	+0.074 0	125	240	127	200	100
Chistova	квалітет 6 -0.009 -0.025	-0.009 -0.025	20	125	105	0	0

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ :

Розрахункові знач.			Прийняті значення, мм							
припуск, мм		розрак- унковий розмір, мм	розрак- унковий розмір	номінальний розмір з граничними відхиленнями	граничний розмір		припуск, мм			
мін	розр.				міні- мальний	макси- мальний	мінім	розр.	макс.	
-	-	41.232	41	41	+2.700 -1.300	39.7	42.7	-	-	-
968	1968	78.25	38	38	+0.74 0	38.0	38.4	1400	1340	1430
145	1675	79.75	36.75	36.7	+0.074 0	36.7	36.774	270	900	1055
50	655	164	36	36	-0.009 -0.025	35.975	35.991	145	170	373

К І Н Е Ц Ь Р О З Р А Х У Н К У

ДОДАТОК Г

СПЕЦИФІКАЦІЯ НА ВЕРСТАТНИЙ ПРИСТРІЙ

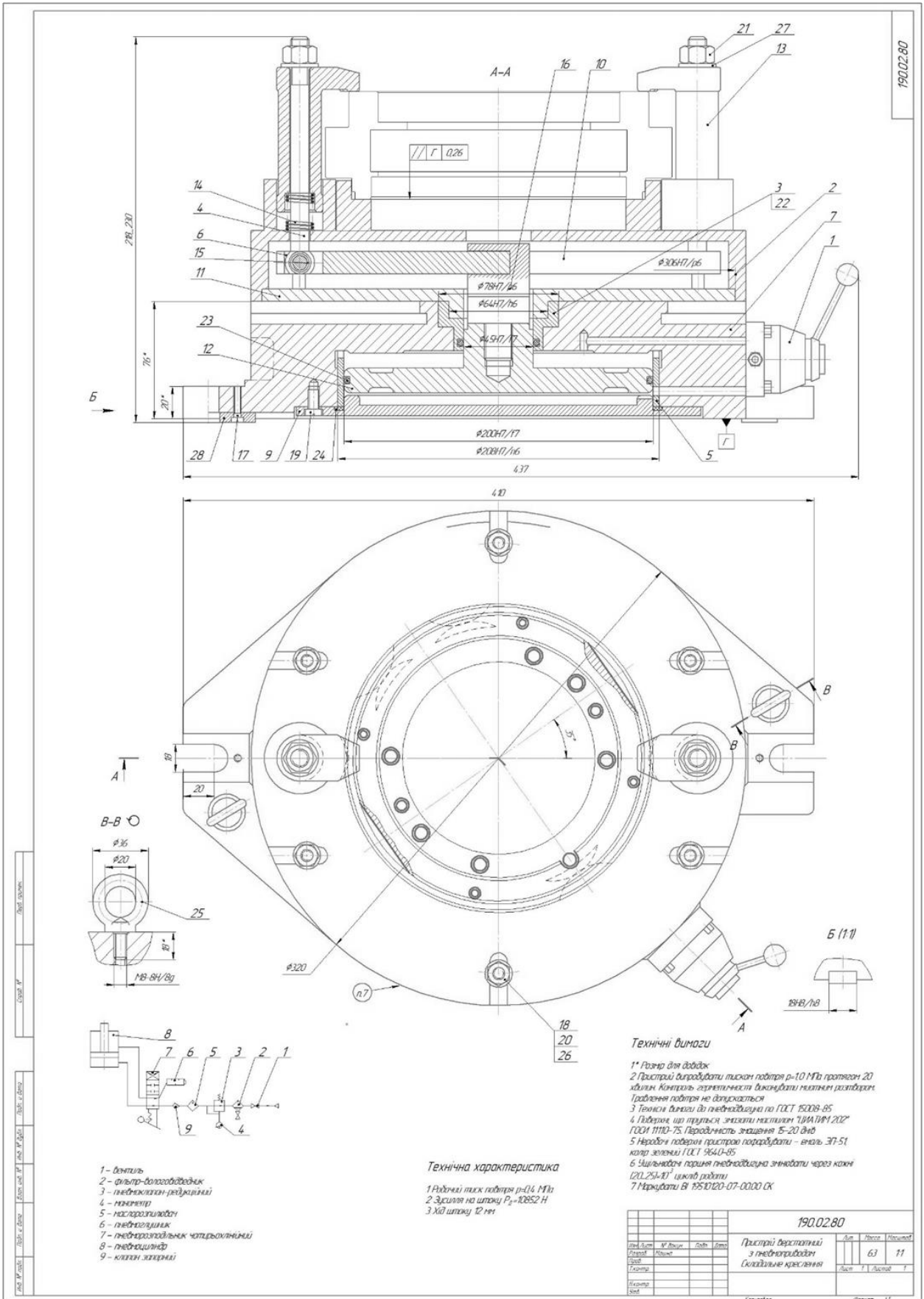
Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						<u>Документация</u>		
	A1			СумДУ МКО ТО КП 08.00 ПВ СК	Складальне креслення			
					<u>Сборочные единицы</u>			
Справ. №	БК	1		СумДУ МКО ТО КП 08.00.01	Пневморозподільвач	1		
	БК	2		СумДУ МКО ТО КП 08.00.02	Кришка	1		
					<u>Детали</u>			
	БК	3		СумДУ МКО ТО КП 08.00.03	Втулка	1		
	БК	4		СумДУ МКО ТО КП 08.00.04	Гвинт	1		
	БК	5		СумДУ МКО ТО КП 08.00.05	Гільза	1		
	БК	6		СумДУ МКО ТО КП 08.00.06	Коромисло	1		
	БК	7		СумДУ МКО ТО КП 08.00.07	Корпус	1		
	БК	8		СумДУ МКО ТО КП 08.00.08	Кришка	1		
	БК	9		СумДУ МКО ТО КП 08.00.09	Кришка	1		
	БК	10		СумДУ МКО ТО КП 07.00.10	Патрон	2		
	БК	13		СумДУ МКО ТО КП 02.00.11	Плита	2		
	БК	12		СумДУ МКО ТО КП 02.00.12	Поршень	2		
	БК	13		СумДУ МКО ТО КП 02.00.13	Прихват Г-образний	3		
	БК	14		СумДУ МКО ТО КП 08.00.14	Пружина	1		
	БК	15		СумДУ МКО ТО КП 08.00.15	Стрижень	1		
	БК	16		СумДУ МКО ТО КП 08.00.16	Шток	1		
					190.02.80			
	Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Инв. № подл.	Разраб.	Машина			Пристрій верстатний з пневмоприводом	Лист	Лист	Листов
	Проб.						1	2
	Н.контр.							
	Утв.							

Копіював

Формат А4

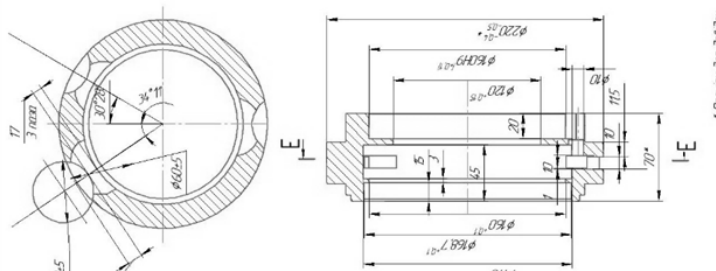
ДОДАТОК Д

КРЕСЛЕННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ



ДОДАТОК Е

КРЕСЛЕННЯ МАРШРУТНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

09.02.06		№ операції		Технологічне оснащення		№ операції		Найменування операції/обладнання		Операційний ескіз		Технологічне оснащення	
005	Завантаження	Штанга на прес	Отримання розмірів заготовки	Штанга з бідж напівці	Штанга 1200-0002 ГОСТ 11984-75	Штанга 1200-0002 ГОСТ 11984-75	035K	Контроль на робочому місці	Контроль розмірів $\phi 5H7, \phi 6H14, \phi 10H14, \phi 6, \phi 12H14$, поз $\phi 12H14$.		Комплект фрез 0120 MDA31120 Штукера фреза 032 P6M152254-2008		
010	Точіння	Точильна на прес	Контроль розмірів заготовки	Штанга 1200-0002 ГОСТ 11984-75	Штанга 1200-0002 ГОСТ 11984-75	040	Слесарна Верстак слесарний	У 4 ділях отвори $M12-7H$ заглиблюються спеціальні прядки, лодерні деталі еженіруються спеціальні прядки	Комплект фрез 0120 MDA31120 Штукера фреза 032 P6M152254-2008				
015	Контроль ОТК	Стил ОТК	Контроль розмірів заготовки	Штанга 1200-0002 ГОСТ 11984-75	Штанга 1200-0002 ГОСТ 11984-75	045	Маркшальна Стил маркшальника	Маркшальні цварні способом СумДУЖОТ176КП 08	Комплект фрез 0120 MDA31120 Штукера фреза 032 P6M152254-2008				
020	Точарна з ЧПК	Фрезерна Daoan LEO 1600 Система ЧПК - W14.T.	Контроль розмірів заготовки	Штанга 1200-0002 ГОСТ 11984-75	Штанга 1200-0002 ГОСТ 11984-75	050	Контроль ОТК	Контроль ОТК	Комплект фрез 0120 MDA31120 Штукера фреза 032 P6M152254-2008				
020K	Контроль на робочому місці	Контроль на робочому місці	Контроль розмірів заготовки	Штанга 1200-0002 ГОСТ 11984-75	Штанга 1200-0002 ГОСТ 11984-75	050	Контроль ОТК	Контроль ОТК	Комплект фрез 0120 MDA31120 Штукера фреза 032 P6M152254-2008				
025	Точарна з ЧПК	Верстак Daoan LEO 1600 Система ЧПК - W14.T.	Контроль розмірів заготовки	Штанга 1200-0002 ГОСТ 11984-75	Штанга 1200-0002 ГОСТ 11984-75	050	Контроль ОТК	Контроль ОТК	Комплект фрез 0120 MDA31120 Штукера фреза 032 P6M152254-2008				
025K	Контроль на робочому місці	Контроль на робочому місці	Контроль розмірів заготовки	Штанга 1200-0002 ГОСТ 11984-75	Штанга 1200-0002 ГОСТ 11984-75	050	Контроль ОТК	Контроль ОТК	Комплект фрез 0120 MDA31120 Штукера фреза 032 P6M152254-2008				
030	Контроль ОТК	Стил ОТК	Контроль розмірів заготовки	Штанга 1200-0002 ГОСТ 11984-75	Штанга 1200-0002 ГОСТ 11984-75	050	Контроль ОТК	Контроль ОТК	Комплект фрез 0120 MDA31120 Штукера фреза 032 P6M152254-2008				
035	Свердильна-фрезерна з ЧПК	Верстак мод. Daoan HY 1000/1250 Система ЧПК - FANUC	Контроль розмірів заготовки	Штанга 1200-0002 ГОСТ 11984-75	Штанга 1200-0002 ГОСТ 11984-75	050	Контроль ОТК	Контроль ОТК	Комплект фрез 0120 MDA31120 Штукера фреза 032 P6M152254-2008				

