

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра технологій та автоматизації машинобудування

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

**Удосконалення верстатного пристосування
для багатоцільової операції з ЧПК технологічного процесу
механічної обробки деталі «Корпус 21.10»**

08-26.МКР.001.00.000 ПЗ

Виконав: студент 2 курсу, гр. 1ПМ-20мз
спеціальності 131 –
«Прикладна механіка»

Власенко І.І. _____

Керівник: к.т.н., професор каф. ТАМ

Буренніков Ю.А. _____

« ____ » _____ 2022 р.

Опонент: к.т.н., доцент каф. АТМ

Кужель В.П. _____

« ____ » _____ 2022 р.

Допущено до захисту
завідувач кафедри ТАМ
д.т.н., проф. Козлов Л.Г.

_____ 2022 р.

Вінниця ВНТУ – 2022 рік

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра технологій та автоматизації машинобудування

Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
Галузь знань – 13 «Механічна інженерія»
Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»
Освітньо-професійна програма – «Технології машинобудування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

зав. кафедри ТАМ

д.т.н., професор Козлов Л.Г.

(підпис)

« ____ » _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Власенко Ірині Іванівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Удосконалення верстатного пристосування для багатоцільової операції з ЧПК технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус 21.10»

керівник МКР к.т.н., професор каф. ТАМ Буренніков Ю.А.

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

затверджені наказом ВНТУ від «24» березня 2022 року №65.

2. Строк подання студентом МКР: 17 червня 2022 року

3. Вихідні дані до МКР: деталь «Корпус 21.10», матеріал СЧ18
ГОСТ 1412-85, програма випуску N = 4200 шт. на рік

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): вступ, технологічний розділ, проектування та удосконалення конструкції верстатного пристосування, економічна частина, охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях, висновки, додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): креслення деталі, креслення заготовки, ТП механічної обробки деталі, карта налагоджень, верстатне пристосування, аналіз впливу силових характеристик пристосування на його конструкцію.

6. Консультанти розділів МКР

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видано	завдання виконано
Спеціальна частина	Буренніков Ю.А., професор кафедри ТАМ		
Економічна частина	Лесько О.Й., завідувач кафедри ЕПВМ		
Охорона праці та безпека життєдіяльності	Віштак І.В., доцент кафедри БЖДПБ		

7. Дата видачі завдання «28» березня 2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів МКР	Строк виконання етапів МКР	Примітка
1	Визначення об'єкту та предмету дослідження	до 12.04.2022	
2	Аналіз відомих рішень, постановка задач	до 19.04.2022	
3	Техніко-економічне обґрунтування методів досліджень	до 29.04.2022	
4	Розв'язання поставлених задач	до 08.06.2022	
5	Виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»	до 08.06.2022	
6	Виконання розділу «Економічна частина»	до 08.06.2022	
7	Формулювання висновків по роботі, наукової новизни, практичної цінності результатів	до 09.06.2022	
8	Перевірка роботи на плагіат	10.06.2022	
9	Попередній захист МКР	14.06.2022	
10	Нормоконтроль МКР	14.06.2022	
11	Рецензування МКР	16.06.2022	
12	Захист МКР	21.06.2022	

Студент

(підпис)

Власенко І.І.

Керівник МКР

(підпис)

Буренніков Ю.А.

АНОТАЦІЯ

УДК 621:7

Власенко І.І. Удосконалення верстатного пристосування для багатоцільової операції з ЧПК технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус 21.10». Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 131 – Прикладна механіка, освітня програма – Технології машинобудування. Вінниця: ВНТУ, 2022. 90 с. На укр. мові. Бібліогр.: 20 назв; рис.: 25; табл. 25.

У магістерській кваліфікаційній розроблено верстатне пристосування для багатоцільової операції технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус 21.10». У технологічній частині проведено аналіз призначення деталі та аналіз технологічності деталі, визначено тип виробництва, спроектовано заготовку, розглянуто технологічний процес механічної обробки деталі «Корпус 21.10», проведено опис верстатного обладнання, визначено припуски на механічну обробку та режими різання. У конструкторській частині проведено обґрунтування компонування верстатного пристосування, розраховано параметри затискного пристрою та його приводу. Також проведено удосконалення верстатного пристосування для вертикально-свердлильної операції технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус 21.10».

Графічна частина складається з 8 креслень та плакатів.

У економічній частині проведено розрахунок основних техніко-економічних показників, визначено необхідне технологічне обладнання, визначено капітальні витрати та проведено розрахунок технологічної собівартості виготовлення деталі. У розділі охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях приведені рекомендації щодо покращення умов праці робітників.

Ключові слова: технологічний процес, верстатне пристосування, заготовка, механічна обробка, верстат.

ABSTRACT

Vlasenko I.I. Improving the machine tool for multi-purpose operation with CNC technological process of machining of parts «Corp 21.10». Master's thesis in specialty 131 – Applied mechanics, Educational program – Machine-building technologies. Vinnitsa: VNTU, 2022. – 90 p. In Ukrainian language. Bibliographer: 20 titles; fig.: 25; tabl. 25.

In the master's qualification the machine device for multi-purpose operation of technological process of mechanical processing of a detail «Corp 21.10» is developed.

In the technological part the analysis of the details of the part and the analysis of the machinability of the part has been made, the type of production has been determined, the workpiece has been designed, the technological process of mechanical processing of the «Corp 60.14» component has been considered, the description of the machine tool has been made, the admissions to mechanical processing and the cutting modes have been determined. In the design part, the justification of the layout of the machine tool, the parameters of the clamping device and its drive are calculated. Improvement of the machine tool for the vertical drilling operation of the technological process of mechanical processing of the part «Corp 60.14» was also carried out.

The graphical part consists of 8 drawings and posters.

In the economic part, the calculation of basic technical and economic indicators was carried out, the necessary technological equipment was determined, capital expenditures were determined and a calculation of the technological cost of manufacturing the component was made.

The section on occupational safety and emergency management provides recommendations for improving the working conditions of workers.

Key words: technological process, machine tool, workpiece, machining, machine tool.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	11
1.1 Аналіз службового призначення та умов роботи деталі у вузлі....	11
1.2 Визначення типу виробництва.....	13
1.3 Проектування конструкції заготовки.....	15
1.4 Обґрунтування вибору баз для технологічного процесу виготовлення деталі	22
1.5 Проектування типових послідовностей обробки поверхонь заготовки.....	25
1.6 Проектування операційного технологічного процесу виготовлення деталі.....	26
1.7 Короткий опис вибору верстатного обладнання.....	29
1.8 Визначення припусків для технологічних переходів обробки поверхонь заготовки	31
1.9 Визначення режимів різання.....	37
1.10 Нормування технологічних операцій.....	42
1.11 Висновки до технологічної частини.....	43
2 ПРОЕКТУВАННЯ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТОСУВАННЯ	44
2.1 Розробка конструктивної схеми пристосування.....	44
2.2 Визначення похибки базування.....	45
2.3 Розрахунок необхідної сили закріплення.....	49
2.4 Вибір силового приводу та розрахунок його параметрів.....	53
2.5 Дослідження силових характеристик затискного пристрою.....	55
2.6 Розрахунки затискних елементів пристрою на міцність.....	57
2.7 Опис дії верстатного пристрою.....	58
2.8 Висновки до розділу 2.....	58
3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	59
3.1 Оцінювання комерційного потенціалу розробки.....	59

3.2 Прогнозування витрат на розробку нового технічного рішення.....	62
3.3 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки.....	69
3.4 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності.....	70
3.5 Висновки до економічної частини.....	74
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	76
4.1 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	76
4.2 Мікроклімат та склад повітря робочої зони.....	77
4.3 Виробниче освітлення.....	78
4.4 Виробничі віброакустичні коливання.....	80
4.5 Технічні рішення щодо безпечного виконання робіт.....	82
4.6 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	84
4.7 Висновки до розділу 4.....	86
ВИСНОВКИ.....	87
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	88
ДОДАТКИ.....	90
Додаток А. Технічне завдання	
Додаток Б. Графічна частина	
Додаток В. Технічне завдання на проектування верстатного пристосування	
Додаток Г. Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень	

ВСТУП

Інтенсифікація виробництва в машинобудуванні пов'язана з модернізацією засобів виробництва на базі застосування новітніх досягнень науки і техніки. Технічне переозброєння, підготовка виробництва нових видів продукції машинобудування й модернізація засобів виробництва неодмінно охоплюють процеси проектування засобів технологічного оснащення та їхнього виготовлення.

Верстатні пристосування є одними із основних складових технологічного оснащення. Призначення верстатних пристосувань – забезпечувати, змінювати й розширювати технологічні можливості обладнання. У діючому виробництві потрібне постійне оновлення верстатних пристосувань, а при зміні номенклатури виробів або вимог до їхнього виготовлення для заданого складу обладнання нові виробничі умови забезпечуються завдяки повній або частковій їх заміні.

Механізація та автоматизація процесу закріплення заготовок поряд зі зростанням продуктивності обробки забезпечує: підвищення точності завдяки стабільності сили закріплення; зниження похибки закріплення; скорочення частки ручної праці; зниження фізичного навантаження робітників; можливість багатOVERстатного обслуговування, оскільки робітник звільняється від необхідності тривалої присутності біля одного верстата; регламентацію циклу обробки, що є передумовою для автоматизації процесу загалом.

Актуальність теми.

Проектування будь-якого верстатного пристосування характеризується великим обсягом роботи, особливо це стосується проектно-конструкторських розрахунків. Роботи з проектування пристосувань, як правило, охоплюють аналіз його службового призначення і наявних вимог до технологічних операцій, розробку принципової схеми (компонування) пристосування, силові розрахунки і розрахунки на точність, вибір силового приводу і визначення

його параметрів. Чи не найбільше часу проектувальної роботи припадає на креслення розробленого верстатного пристосування чи на модернізацію існуючої конструкції. Час на таку роботу можна значно зменшити за рахунок використання сучасних комп'ютерних технологій, які допомагають не тільки виконувати комп'ютерне креслення і тривимірне моделювання об'єктів проектування, а також дозволяють виконувати різноманітні розрахунки силових параметрів, міцності та інші. Даній проблематиці присвячені роботи багатьох науковців – Б.Н. Вардашкіна, М.А. Ансерова, А.П. Белоусова, А.К. Горошкіна та інших. Таким чином проектування та удосконалення верстатних пристосувань для технологічних операції механічної обробки є актуальною задачею.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є мінімізація величини сили закріплення деталі «Корпус 21.10» у верстаному пристосуванні під час обробки на операції фрезерування.

Для досягнення поставленої мети потрібно виконати такі завдання:

- визначити тип виробництва та провести аналіз технологічності деталі;
- вибрати спосіб отримання заготовки та розрахувати її основні розміри;
- виконати проектування послідовностей обробки поверхонь заготовки та операційного технологічного процесу виготовлення деталі;
- виконати опис вибору верстатного обладнання;
- визначити режими різання на заданій операції обробки деталі;
- провести розрахунки та проектування верстатного пристосування для закріплення деталі на технологічній операції механічної обробки;
- провести удосконалення параметрів верстатного пристосування на основі аналітичних розрахунків режимів різання та сили закріплення;
- розрахувати основні економічні показники забезпечення виготовлення деталі «Корпус 21.10»;
- розробити заходи забезпечення умов праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях під час виготовлення деталі «Корпус 21.10».

Об'єкт дослідження – механічна обробка різанням поверхонь деталі «Корпус 21.10».

Предмет дослідження – технологічний процес механічної обробки деталі «Корпус 21.10» та її закріплення у верстатному пристосуванні.

Методи дослідження. Апарат математичної логіки, методи функціонального моделювання, методи поверхневого і твердотілого моделювання в середовищі сучасних автоматизованих CAD/CAM-систем.

Наукова новизна одержаних результатів:

- отримав подальший розвиток метод визначення залежності сили закріплення деталі у верстатному пристосуванні від параметрів режимів різання на свердлильно-фрезерній технологічній операції механічної обробки, що дозволяє вибрати найбільш раціональний затискний пристрій верстатного пристосування за рахунок мінімізації зусилля силового приводу.

Практичне значення одержаних результатів:

1. Розроблено заготовку деталі «Корпус 21.10» та технологічний процес механічної обробки її виготовлення, який за умови програми випуску обсягом 4200 шт на рік забезпечує термін окупності вкладених коштів протягом 3,82 роки.

2. Розроблено алгоритм розрахунку сили закріплення деталі «Корпус 21.10» у верстатному пристосуванні під час виконання свердлильно-фрезерної операції, що дозволяє вибрати необхідне значення параметрів силового приводу для забезпечення закріплення деталі.

3. Розроблено верстатне пристосування, що забезпечує закріплення деталі «Корпус 21.10» на свердлильно-фрезерній операції.

Особистий внесок здобувача. Основні результати досліджень отримані автором самостійно. Мета та завдання досліджень узгоджені з науковим керівником. В працях, що опубліковані у співавторстві автору належать: виконано узагальнення алгоритмів розрахунку величини вихідного зусилля для різних схем закріплення [20].

Апробація результатів роботи. Основні результати роботи

розглядались на LI науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області, відбулася 31 травня, 2022 р., м. Вінниця.

Публікації. Матеріал магістерської кваліфікаційної роботи опубліковано у 1 праці, 1 – теза доповідей регіональної конференції [20].

1. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Аналіз службового призначення та умов роботи деталі у вузлі

Деталь «Корпус 21.10» відноситься до деталей типу корпус, виготовляється з чавуну СЧ-18, ГОСТ 1412-85.

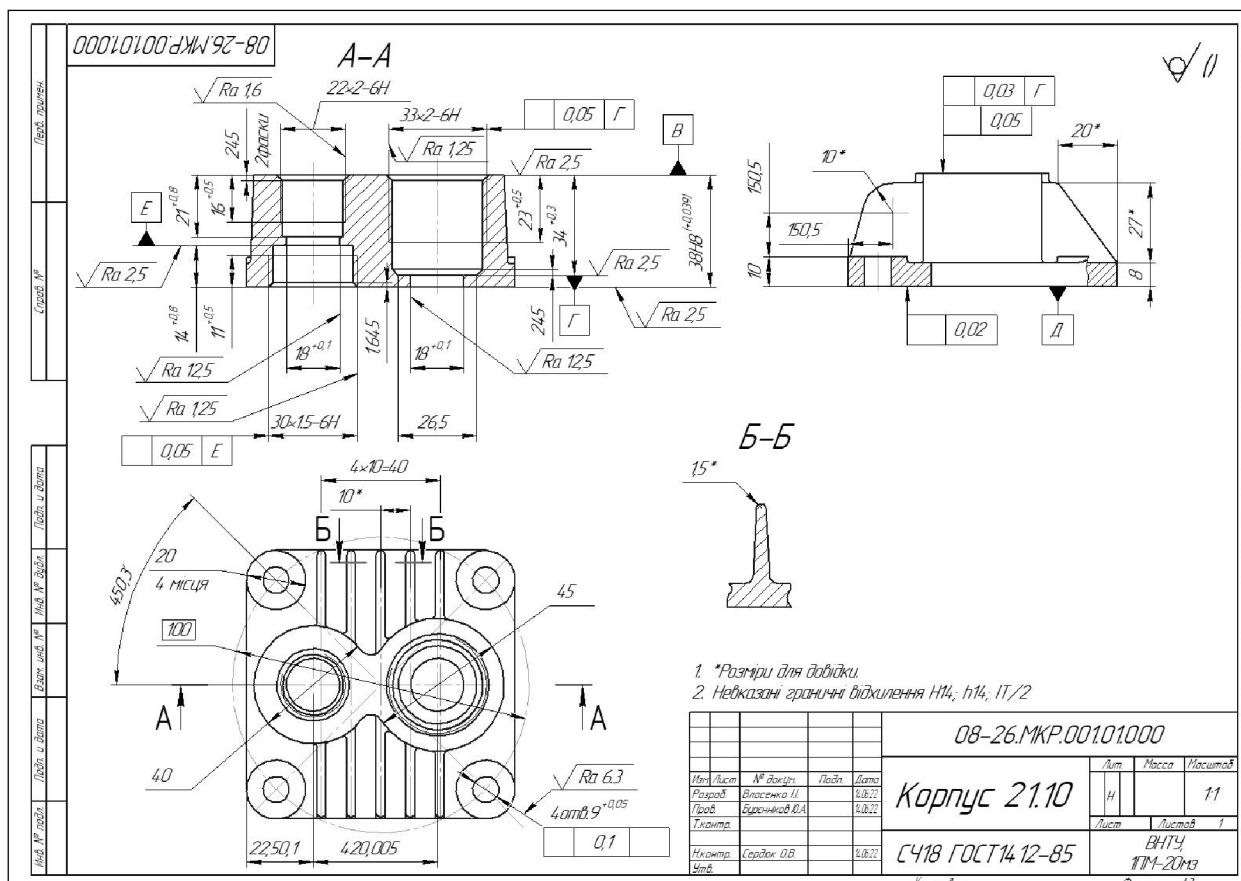


Рисунок 1.1 - Креслення деталі «Корпус 21.10»

Деталь має такі конструктивні особливості: має 4 отвори для кріплення $\varnothing 9$ мм, внутрішні отвори з різьбою М30×1,5-6Н, М22×2-6Н та М33×2-6Н та 5 ребер жорсткості, що вказує на можливість витримувати великі навантаження під час експлуатації.

Відсутність складального креслення вузла, в який входить деталь, і даних про службове призначення виробу ускладнює точне визначення

призначення деталі. Дана деталь відноситься до класу деталей типу «корпус».

Висновок: В результаті аналізу встановлено, що на кресленні деталі є достатня кількість видів, розрізів, які забезпечують повне розуміння конструктивних особливостей деталі. Тривимірною моделлю деталі дає повне уявлення про вигляд майбутньої деталі.

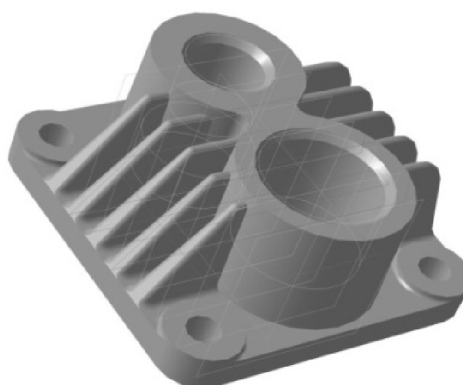


Рисунок 1.2 – Тривимірною моделлю деталі «Корпус 21.10»

«Корпус 21.10» виготовляється з сірого чавуну СЧ18 ГОСТ 1412-85. Для деталей з сірого чавуну характерна мала чутливість до впливу зовнішніх концентраторів напруги при циклічних навантаженнях і вищий коефіцієнт поглинання коливань при вібраціях (у 2 – 4 рази вище, чим в сталі).

Наявність графіту покращує умови змащування при терті, що підвищує антифрикційні властивості чавуну. Даний матеріал у відповідності до стандарту ГОСТ 1412-85 має наступні фізико-механічні властивості і хімічний склад:

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сірого чавуну СЧ18 ГОСТ 1412 - 85

Марка чавуну	Масова частка елементів , %				
	Вуглець	Кремній	Марганець	Фосфор	Сірка
				Не більше	
СЧ18	3,5 – 3,7	2,0 – 2,4	0,5 – 0,8	0,2	0,15

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сірого чавуну СЧ18 ГОСТ 1412 - 85

Марка чавуну	Марка чавуну по СТ СЭВ 4560 – 84	Твердість НВ
СЧ18	31115	143-229

Таблиця 1.3 – Фізичні властивості чавуну СЧ18 ГОСТ 1412 – 85

Марка чавуну	Лінійна усадка, %	Модуль пружності при розтягуванні $E \times 10^{-2}$ МПа	Теплопровідність при 20°C, Вт (м× К)	Густина, кг/м ³	Коефіцієнт лінійного розширення при температурі від 20 до 200 °С, 1/°С
СЧ18	1,2	800	54	$7,2 \times 10^3$	$9,0 \times 10^{-6}$

Твердість СЧ 18, ГОСТ 1412-85 НВ $10^{-1} = 170 - 229$ (МПа).

1.2. Визначення типу виробництва

У відповідності до стандартів визначаємо коефіцієнт закріплення операцій. Коефіцієнт закріплення операцій – це відношення числа всіх різних технологічних операцій, які виконано чи належить виконати протягом місяця, до числа робочих місць. (ДСТУ 2974-95). Операція – це закінчена частина технологічного процесу, що виконується на одному робочому місці, над однією деталлю, одним або кількома інструментами, одним або групою робітників (ДСТУ 2391-94). Робоче місце – це елементарна одиниця виробничої структури, що містить частину простору виробничого підрозділу, яка потрібна для здійснення трудової операції та оснащена матеріально-технічними засобами, використовуваними в процесі праці (ДСТУ 2960-94).

Тип виробництва розраховується за формулою:

$$K_{з.о} = \frac{\sum_{i=1}^n ОП_i}{\sum_{j=1}^n РМ_j} \quad (1.1)$$

$K_{з.о.}$ – коефіцієнт закріплення операції, розрахований на місяць;

ОП – операція;

РМ – робоче місце;

Тип виробництва буде визначати вид верстатного обладнання, інструментального забезпечення, систему верстатних пристроїв та певну систему проектування технологічних процесів. Враховуючи що в сучасному машинобудівному виробництві все більше використовують верстатні системи числового програмного управління (ЧПК), то вплив типу виробництва на технологічне проектування значно зменшується, оскільки такі верстати мають широкі технологічні можливості, високу гнучкість і забезпечуються спеціалізованими системами та системами інструментального забезпечення, а відповідно вимагають проектування операційного технологічного процесу (управляючих програм) незалежно від типу виробництва.

Враховуючи неможливість визначення типу виробництва за формулою (1.1), то визначимо наближеним методом. При цьому вихідними даними є маса деталі і обсяг випуску за рік.

Масу деталі знаходимо за допомогою програмного засобу КОМПАС-3D попередньо побудувавши тривимірну модель деталі «Корпус 21.10» (рис.1.3).

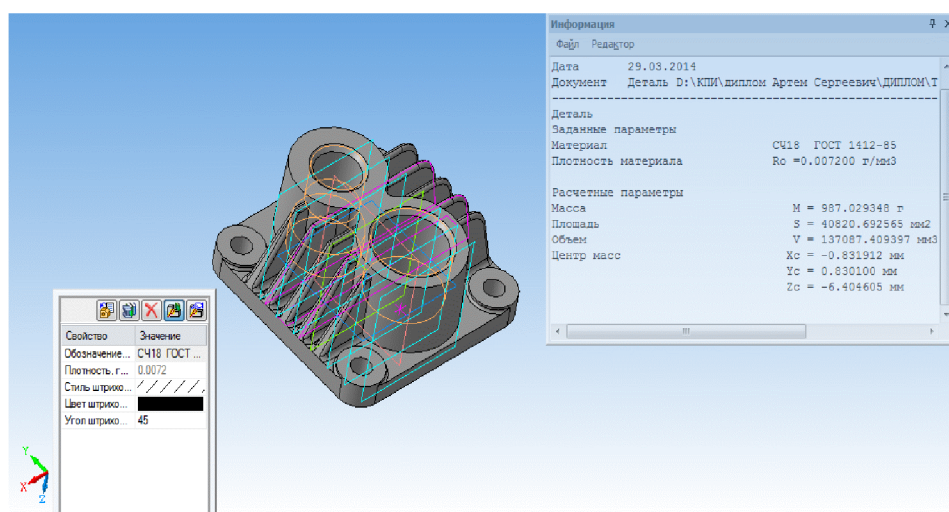


Рисунок 1.3 – Визначення маси деталі «Корпус 21.10» за допомогою КОМПАС-3D

Маса деталі $m = 987(\text{г})$.

Обсяг випуску $N_p = 4200(\text{шт.})$

Оскільки відомо масу деталі і річний обсяг випуску, то призначимо тип виробництва згідно наступної таблиці.

Таблиця 1.4 – Визначення типу виробництва

Тип виробництва	Річний обсяг випуску деталей одного найменування, шт		
	легкі, масою до 20 кг.	середні, масою 20...30 кг.	важкі, масою більше 30 кг
Одиничне	до 100	до 10	1...5
Мало серійне	101...500	11...200	6...100
Середньосерійне	501...5000	201...1000	101...300
Великосерійне	5001...50000	1001...5000	301...1000
Масове	більше 50000	більше 5000	більше 1000

Виходячи з табл. 1.4., приймаємо тип виробництва – середньосерійний.

Отже, для зазначених вище умов виробництва, приймаємо середньосерійний тип виробництва. Для такого типу виробництва встановлено K_{30} в межах 10...20. Приймаємо $K_{30} = 11$, налагодження робочих місць буде кратне 2.

1.3. Проектування конструкції заготовки

1.3.1. Визначення виду та способу виготовлення заготовки

В сучасному машинобудівному виробництві освоєні технологічні процеси виготовлення заготовок наступними видами:

- литтям;
- пластичним деформуванням;
- відділенням (відрізанням або вирізанням) від стандартного сортового прокату (прутків, плит, листів, складних профілів);
- методами порошкової металургії;
- комбінованими методами, коли окремі частини заготовки виготовляються литтям, або пластичним деформуванням, а їх з'єднання виконується зварюванням.

На вибір метода виготовлення заготовки впливають: матеріал деталі; її призначення та технічні вимоги на виготовлення; об'єм та серійність випуску, форма поверхонь та розміри деталі.

Оптимальний метод виготовлення заготовки визначається на основі всебічного аналізу названих факторів. Метод виготовлення заготовки, який забезпечує технологічність деталі, що виготовляється з неї, за мінімальної собівартості, називається оптимальним.

Деталь «Корпус 21.10» виготовлена з сірого чавуну СЧ-18, єдиним методом виготовлення заготовки є лиття.

В машинобудуванні використовують декілька методів отримання литих заготовок:

- лиття в піщано-глинисті форми з ручною або машинним формуванням, за дерев'яними або металевими моделями;
- лиття в напівпостійні (з цементу, графіту або азбесто- та графітоалебастрові) форми;
- лиття в оболонкові форми;
- лиття за моделями, що виплавляються;
- лиття під тиском;
- лиття в кокіль;
- відцентрове лиття;
- лиття по випалюваних моделях;

Лиття в піщано-глинисті форми є найбільш універсальним методом. В машинобудуванні 75% всіх виливків виготовляють таким методом. Зі всієї кількості виливків, близько 74% приходить на виливки з чавуну.

Метод лиття у піщано-глинисті форми добре опрацьований, та широко використовується. Допуски розмірів, маси та точність, що досягається цим видом лиття обумовлено стандартом.

1.3.2. Проектування конструкції заготовки у відповідності до стандартів
Технологічний процес виготовлення виливка включає такі процеси:

приготування формувальних та стержневих сумішей; виготовлення та складання стержнів та ливарних форм плавлення та заливання металу у форми та тверднення виливків; вибивання, очищення, обрубання виливків; термічну обробку та контроль якості виливків.

При виготовленні заготовки «Корпус 21.10» кожен з цих процесів включає ряд комплексів прийомів та операцій.

Виготовлення формувальних сумішей включає: завантаження піску (глини) у сушильну піч (глиномішалку); сушіння піску та глини; приготування фарб, емульсій, паст; завантаження в бігуни твердих компонентів, заливання води та рідких компонентів, приготування формувальних сумішей, вивантаження сумішей та їх транспортування на відповідні дільниці.

Машинне формування заготовок в опоках включає: підготовку до набивання півформ; установлення та видалення моделей, півформ, стояків, випорів; наповнення опоки формувальною сумішшю; викінчуючу обробку півформ; складання форми та кріплення опок під заливання.

Заливання металу в форми включає: плавлення металу, наповнення ковша металом; транспортування ковша; заливання металу в форми.

Обробка виливків після охолодження металу включає: вибивання форм на вибивних вібраційних ґратках; очищення виливків у гідравлічній камері; очищення ливників та додатків під видалення; відрізування виливків (відламування) ливників, випорів та заливів; очищення поверхні виливків у дробоструменній камері; термообробку виливків; контроль якості та фарбування виливків.

1.3.3 Обґрунтування та остаточний вибір способу виготовлення виливка, призначення класу точності та ряду припусків

Правильний вибір вигляду заготовки багато у чому визначає ефективність процесу обробки різанням, якість деталі, її вартість.

Зауважимо, що найбільш повне обґрунтування способу виготовлення

виливків можна одержати після економічного аналізу, який враховує витрати на матеріал заготовки, на виготовлення виливка і його механічну обробку.

Для остаточно прийнятого способу виготовлення виливка литтям у піщані форми з машинним формуванням за металевими моделями згідно з ГОСТ 26645-85 призначаємо (з урахуванням термічної обробки виливка та його простої форми):

1. Технологічний процес лиття – лиття у піщано-глинисті сирі форми з сумішей з вологістю (2,8-3,5)% і міцністю (120-160) кПа сумішей з низьким рівнем ущільнення до твердості нижчої 80 одиниць; клас розмірної точності виливка – 9т;

2. При визначенні ступеня жолоблення елементів виливка враховуємо, що виливок не має тонких та довгих елементів, схильних до жолоблення, представляє собою жорстку конструкцію з відношенням найменшого розміру до найбільшого (товщини або висоти до довжини елемента виливка), яке (приблизно за розмірами деталі) дорівнює $38/90,71=0,4$; приймаємо ступінь жолоблення елементів виливка – 5;

3. Ступінь точності поверхонь виливків для прийнятих умов лиття згідно з приймаємо рівним 14;

4. Шорсткість поверхонь виливків згідно з для 14 ступеня точності поверхонь дорівнює $Ra=40$ мкм;

5. Клас точності маси виливків для прийнятих умов лиття та маси виливка 0,987 кг приймаємо рівним 9;

6. Згідно з для виливка головка циліндра з 14 ступенем точності поверхонь приймаємо ряд припусків на обробку виливка рівним 7, а для верхніх при заливанні поверхонь – рівним 8;

7. Згідно з розділом 5 ГОСТ 26645-85 точність виливка (без вказання величини зміщення) позначається: Точність виливка 9т-5-14-9 ГОСТ 26645-85;

8. Ряд припусків – 5.

Для розробки креслення виливка необхідно визначити за ГОСТ 26645-85 граничні відхилення розмірів, припуски на механічну обробку, інші

відхилення. Необхідно також призначити ливарні ухили, радіуси заокруглень, передбачити технологічні напуски та ін.

Допуски лінійних та кутових розмірів без урахування зміщення і викривлення визначимо за ГОСТ 26645-85.

За ГОСТ 19257-73 отвір під різьбу М33х2-6Н дорівнюватиме 30,90 і отвір М30х1.5-6Н складає 28.43. Заносимо ці дані у таблицю 1.5, ескіз заготовки представлений на рисунку 1.4.

Таблиця 1.5 – Допуски лінійних і кутових розмірів виливка

Параметри	$38^{+0.8}$ Ra 2,5 Зовнішня поверхня	30.9 Ra2.5 Внут- рішня циліндр- рична	28.43 Ra2.5 Внут- рішня циліндр- рична	$14^{+0.8}$ Ra 2,5 Внут- рішня по- верхня	$34^{+0.3}$ Ra 2,5 Внут- рішня поверхн я
1. Допуск на розмір виливка	1,4(± 0.7)	1,4(± 0.7)	1,4(± 0.7)	1,1 (± 0.55)	1,4(± 0.7)
2. Допуск форми та положення пов.	-	-	-	-	-
3 Загальний допуск на розміри елементів виливка	1,4(± 0.7)	1,4(± 0.7)	1,4(± 0.7)	1,1 (± 0.55)	1,4(± 0.7)
4. Допуск нерів. пов. виливка	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
5. Прийнята остаточна обробка для забезпечення заданої якості деталі	Чистова	Чистова	Чистова	Чистова	Чистова
6 Загальний припуск на сторону	2,2	2,2	2,2	1,8	2,2
7. Технологіч. напуск на сторону у результаті формувальних уклонів	0,33	0,28	0,26	-	-
8. Остаточний розмір виливка	43,06 (± 0.7)	28.42 (± 0.7)	25.97 (± 0.7)	12,2 (± 0.55)	31,8 (± 0.7)

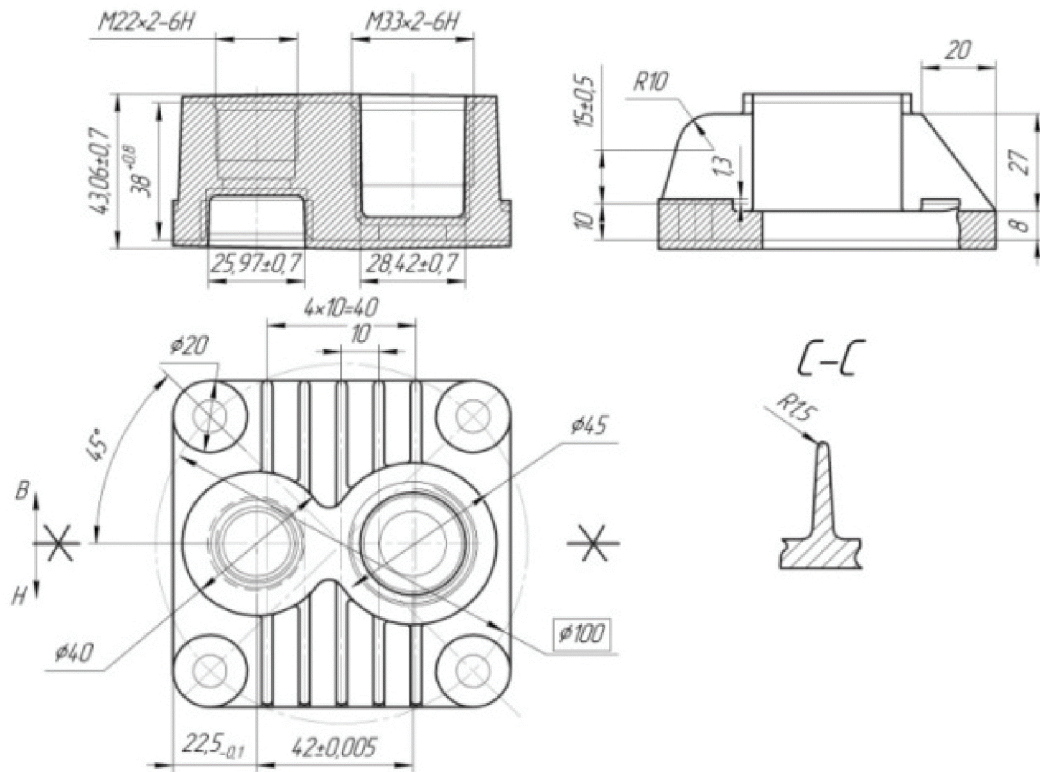


Рисунок 1.4 - Ескіз заготовки для деталі «Корпус 21.10» (лиття)

Маса вилівка розрахована в КОМПАС-3D вказана на рис 1.5.

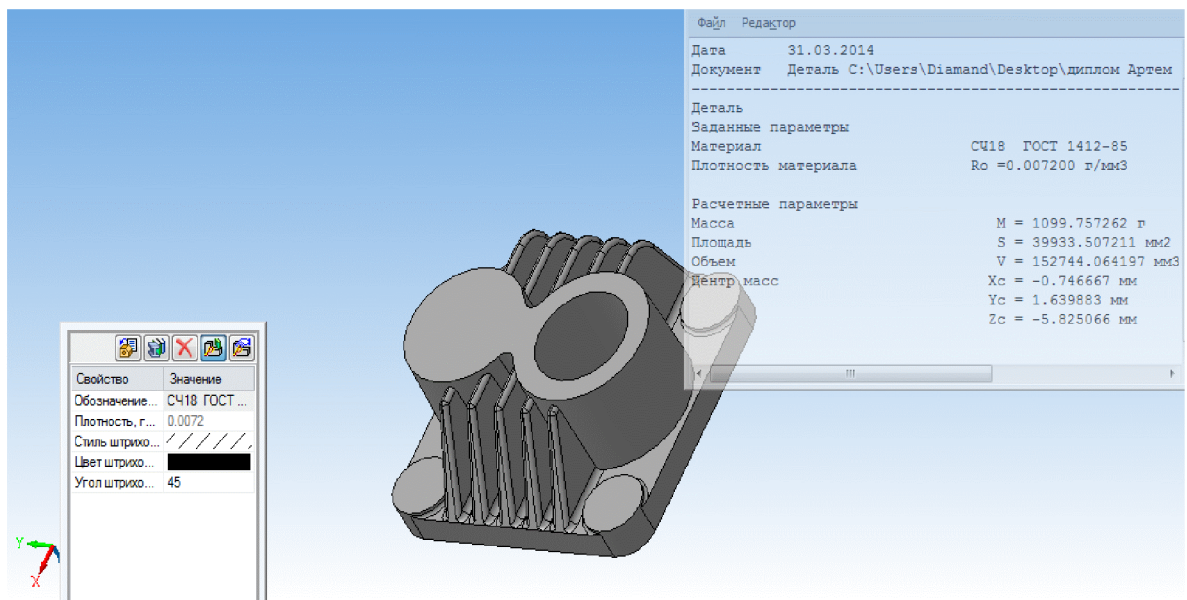


Рисунок 1.5 – Визначення маси вилівка «Корпус 21.10» за допомогою КОМПАС-3D»

Отже, вид отримання заготовки – лиття, спосіб виготовлення – у піщано-глинисті форми з машинним формуванням за металевою моделлю.

1.3.4 Визначення вартості виливка

Вихідні дані для розрахунків вартості виливка:

- матеріал виливка – СЧ18, ГОСТ 1412-85;
- маса деталі – $q = 0,987$ (кг);
- маса виливка – $Q = 1,1$ (кг);
- спосіб виготовлення – лиття у піщано-глинисті форми з машинним формуванням за металевими моделями;
- точність виливка – 9Т-5-14-9 ;
- термічна обробка – присутня;
- ґрунтування виливка – не застосовується.

Розраховуємо по завищеним показникам вартість виливка, грн.:

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{C_i}{1000} \right) \cdot Q \cdot K_T \cdot K_M \cdot K_c \cdot K_{\text{сер}} \cdot K_{\text{пр}} \cdot K_{\text{тер}} \cdot K_r \cdot K_H - \frac{(Q - q) \cdot S_{\text{відх}}}{1000} \quad (1.2)$$

$C_i = 39700$ грн. – базова оптова ціна 1 т. виливків з СЧ18;

K_T - доплата й скидка за відхилення вимог щодо точності розмірів виливка від базових $K_T=1,495$;

K_M - доплата й скидка за відхилення вимог що до точності маси виливка від базових $K_M=1,25$;

K_c - доплата за поставку виливка з уточненими проти базових товщини стінок $K_c=1$;

$K_{\text{сер}}$ - доплата й скидка за серійність $K_{\text{сер}} = 1$;

$K_{\text{пр}}$ - коефіцієнт, котрий враховує доплату в залежності від призначення виливка $K_{\text{пр}}=1,03$;

$K_{\text{тер}}$ - коефіцієнт, який враховує доплату за термічну та термохімічну обробку $K_{\text{тер}}=1$;

K_r - доплата за ґрунтовку вилівка $K_r=1$;

K_b - коефіцієнт, який враховує доплату за спеціальні випробування $K_b=1,0$.

$S_{відх} = 460$ грн. – вартість 1т відходів (стружки).

Таким чином одержуємо:

$$S_{заг} = \left(\frac{39700}{1000} \right) \cdot 1,1 \cdot 1,495 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,03 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 - \frac{(1,1 - 0,987) \cdot 460}{1000} = 83,53 (\text{грн.})$$

Тобто, остаточна ціна вилівка буде становити – 83,53 (грн.)

Необхідно також урахувати вартість механічної обробки заготовки.

1.4. Обґрунтування вибору баз для технологічного процесу виготовлення деталі

Одна із технологічних конструктивно реалізується за допомогою двох пальців (ромбічного і циліндричного). Така схема базування є найбільш традиційною для корпусних деталей (рис. 1.6).

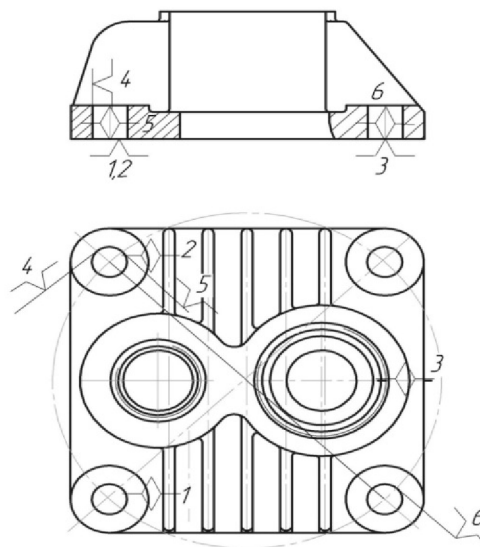


Рисунок 1.6 - Базування по загальним технологічним базам

Структурна формула схеми базування по поверхням має вигляд:

$$СБ_{ЗТБ}=У(3)+ПО(2)+О(1) \quad (1.3)$$

У(3) – установочна база, позбавляє трьох ступенів вільності, а саме – одного повздовжнього переміщення і двох обертових, представлена площиною.

ПО(2) – подвійно-опорна база позбавляє двох ступенів вільності, а саме – двох повздовжніх переміщень, представлена зрізаним пальцем.

О(1) – опорна база, позбавляє однієї ступені вільності, а саме – одного повздовжнього переміщення, представлена ромбічним пальцем.

Переваги: найбільш традиційна; відкриває заготовку для оброблення з чотирьох сторін; достатньо проста конструктивно в реалізації.

Недоліки: підвищені вимоги до якості оброблення базових отворів; підвищені вимоги до міжосьових баз отворів; підвищені вимоги до баз отворів.

Висновок: так як для деталі «Корпус 21.10» важливою вимогою є забезпечення міжосьових відстаней базових отворів, тому вибираємо схему базування зображену на рисунку 1.6.

Перші операції технологічного процесу передбачають обробку комплекту загальних технологічних баз. При обґрунтуванні вибору ТБ для перших операцій технологічного процесу необхідно забезпечити виконання наступних завдань:

- забезпечити оброблення комплекту ЗТБ за одну першу операцію, що забезпечують максимально високу точність просторового положення всіх поверхонь що входять в комплект ЗТБ;

- якщо оброблення комплекту ЗТБ виконати не можливо, то на першій операції ТП необхідно передбачити оброблення поверхонь, які полишають заготовку не менше трьох ступенів вільності(У(3),ПН(4)). Зауважимо що

повторна установка заготовки при виконанні перших технологічних операцій на комплект всіх необроблених поверхонь не допускаються.

Розглянемо схему базування по ТБ для перших операцій технологічного процесу згідно нашого завдання (рис. 1.7).

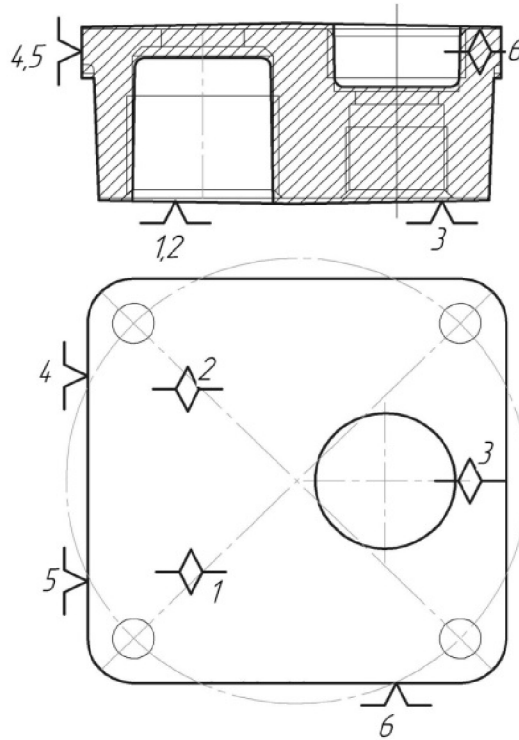


Рисунок 1.7 - Схема базування для першої операції

Структурна формула схеми базування по поверхням ТБ має вигляд:

$$СБ_{ТБ} = У(3) + ПО(2) + О(1) \quad (1.4)$$

У(3) – установочна база, позбавляє трьох ступенів вільності, представлена площиною.

ПО(2) – подвійно - опорна база позбавляє двох ступенів вільності, представлена зрізаним пальцем.

О(1) – опорна база, позбавляє однієї ступені вільності, представлена ромбічним пальцем.

Висновок: на першій операції доцільно прийняти схему базування, яка

зображена на рис. 1.7. так як вона забезпечує перпендикулярність площини до осі заготовки.

1.5. Проектування типових послідовностей обробки поверхонь заготовки

Типова технологічна послідовність обробки поверхонь деталі, представлена на рисунку 1.8 та в таблиці 1.6.

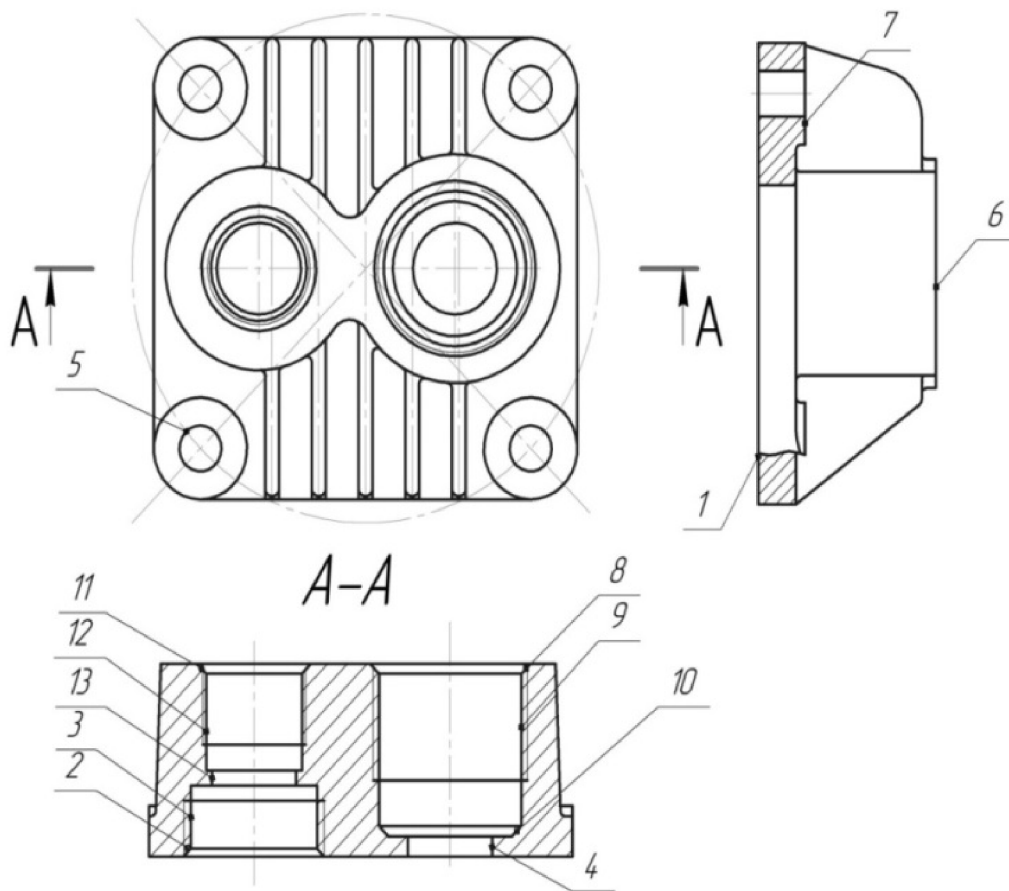


Рисунок 1.8 - Типова технологічна послідовність обробки поверхонь деталі

Виходячи із заданих на кресленні вимог до якості (точності та шорсткості) оброблюваних поверхонь і типового технологічного процесу, підбираємо типові схеми обробки цих поверхонь. Дані заносимо у таблицю 1.6.

Таблиця 1.6 – Типові технологічні послідовності обробки поверхонь

№ поверхні	Характеристика якості поверхні за кресленням		Типова технологічна послідовність обробки поверхні	Характеристика якості поверхні після обробки	
	Точність розмірів	Параметр шорсткості Ra, мкм		Точність розмірів IT	Параметр шорсткості Ra, мкм
1	14	2.5	Фрезерування попереднє	12	6.3
			Фрезерування завершальне	11	2.5
2	14	6.3	Точити фаску	12	6,3
3	14	1.25	Розточування попереднє	12	6,3
			Розточування завершальне	10	2.5
			Нарізання різи	8	1.25
4	14	6.3	Свердління	12	6.3
5	14	6,3	Свердління	12	6.3
			Розвертання двократне	8	2.5
6	14	2,5	Фрезерування попереднє	12	6.3
			Фрезерування завершальне	11	2.5
7	14	6,3	Фрезерування завершальне	12	6.3
8	14	6,3	Розточити фаску	12	6.3
9	14	1,25	Розточування попереднє	12	6.3
			Розточування завершальне	10	2.5
			Нарізання нарізи	8	1.25
10	14	2,5	Розточити фаску	8	2.5
11	14	6,3	Фрезерувати фаску	12	6.3
12	14	1,25	Свердління	12	6.3
			Зенкерування	10	2.5
			Нарізання різби	8	1.25
13	14	6,3	Свердління	12	6.3

1.6. Проектування операційного технологічного процесу виготовлення деталі

Технологічний процес обробки поверхонь ЗТБ:

005. Багатоцільова з ЧПК.

Верстат фрезерувальний з ЧПУ HAAS VF-1.

А. Установити, закріпити, зняти

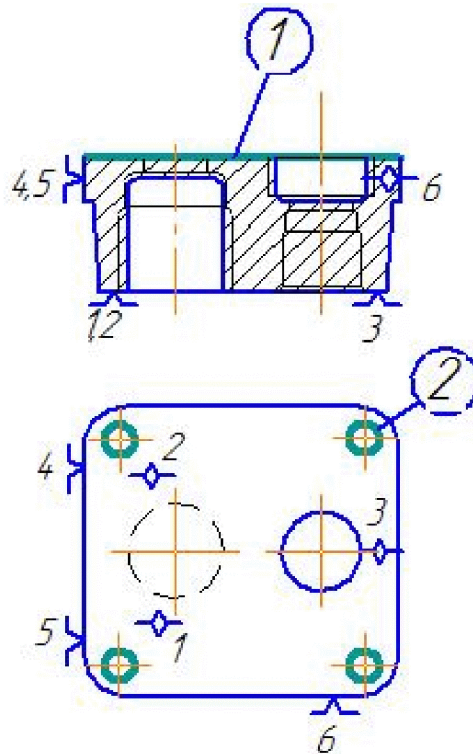


Рисунок 1.9 - Проектування послідовності обробки поверхонь для першої операції

005. Багатоцільова з ЧПК.

005.01. Фрезерувати торцеву поверхню 1 попередньо.

005.02. Фрезерувати торцеву поверхню 1 остаточно.

005.03. Центрувати положення осей чотирьох отв. 2.

005.04. Свердлити 4 отвори 2.

005.05. Розвернути 2 отвори 2 двократно.

010. Багатоцільова з ЧПК.

Верстат фрезерувальний з ЧПУ HAAS VF-1.

А. Установити, закріпити, зняти

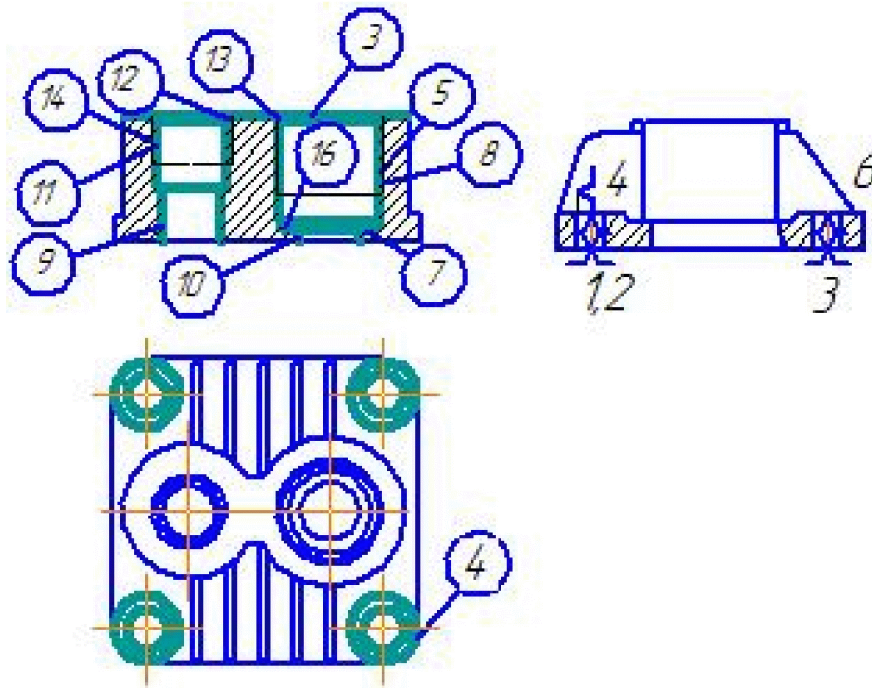


Рисунок 1.10 - Проектування послідовності оброблення поверхонь для другої операції

- 010.01. Фрезерувати торцеву поверхню 3 попередньо.
- 010.02. Фрезерувати торцеву поверхню 3 завершально.
- 010.03. Фрезерувати 4 бабишки 4.
- 010.04. Розточити отвір 5 попередньо.
- 010.05. Розточити поверхню 5,6,7.
- 010.06. Фрезерувати фаску 12,13.
- 010.07. Нарізати різь 8
- 010.08. Нарізати різь 14.
- 010.09. Центрувати отв. 9.
- 010.10. Свердлити два отвори 9,10 наскрізно.
- 010.11. Зенкерувати отвір 11.
- 010.12. Зняти деталь.

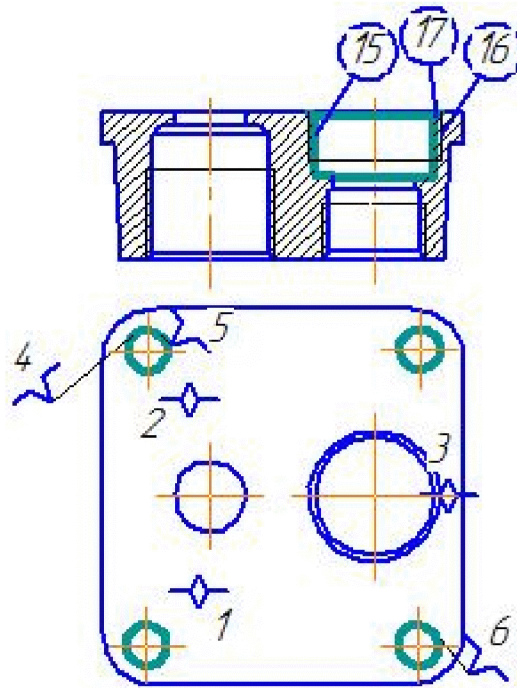


Рисунок 1.11 - Проектування послідовності обробки поверхонь для третьої операції

015. Багатоцільова з ЧПК.

Верстат фрезерувальний з ЧПУ HAAS VF-1.

А. Установити, закріпити, зняти

015.01. Розточити отвір 15 попередньо.

015.02. Розточити отвір 15 остаточно і фаску 17.

015.03. Нарізати різь 16.

020.Мийка

025.Контрольна

1.7 Короткий опис вибору верстатного обладнання

Вертикально-фрезерний верстат з ЧПК HAAS VF-1 (рис. 1.12), який дозволяє нам обробляти деталь протягом всього технологічного процесу.

Характеристики верстату з ЧПК HAAS VF-1

Макс. перміщення по осі X	508 мм
Макс. перміщення по осі Y	406 мм
Макс. перміщення по осі Z	508 мм
Частота обертання шпинделя	10000 об/хв
Макс. крутний момент	122 Н/м
Макс. потужність на шпинделі	22,4 кВт
Прискорені переміщення	25,4 м/хв
Макс. швидкість подачі	16,5 м/хв
Точність позиціювання	±0,005 мм
Маса верстату	3220 кг



Рисунок 1.12 - Вертикально-фрезерний верстат з ЧПК HAAS VF-1

Вертикальний обробний центр; 20 "x 16" x 20 "(508 x 406 x 508 мм), конус ISO 40, прямий векторний привід 30 к.с. (22,4 кВт), 8100 об / хв, карусельне пристрій зміни інструменту на 20 гнізд, прискорене переміщення 1000 дюйм / хв (25,4 м / хв), 1 Мб програмної пам'яті, кольоровий 15-дюймовий РК-дисплей, порт USB, перемикач для блокування пам'яті, пряме нарізування різьблення мітчиком і система подачі MOP об'ємом 55 галонів (208 літрів) з рясною подачею MOP в зону різання.

1.8 Визначення припусків для технологічних переходів обробки поверхонь заготовки

Загальним припуском на обробки називається шар матеріалу, що видаляється з поверхні вихідної заготовки в процесі механічної обробки з метою отримання готової деталі.

Величину припуску визначають як різницю між розміром заготовки та розміром деталі згідно за кресленням. Припуск задають на одну сторону. Припуски ділять на загальні, які знімають протягом всієї обробки даної поверхні, та міжопераційні, які знімають при реалізації окремих операцій. Величину міжопераційного припуску визначають як різницю між розмірами деталі після реалізації даної операції та розмірами отриманими на попередній операції.

Порядок розрахунку припусків на оброблення та граничних розмірів по технологічним переходам для зовнішніх поверхонь:

1. Користуючись робочим кресленням деталі та картою технологічного процесу механічної обробки, записати в розрахункову карту поверхні заготовки, що обробляються, та технологічні переходи в порядку їх реалізації при обробці;

2. Записати значення R_{zi-1} , h_{i-1} , $\Delta_{\Sigma i-1}$, ϵ_{yi} , T_d ;

3. Визначити розрахункові значення припусків на обробки по всім технологічним переходам;

4. Записати для останнього переходу в графу “Розрахунковий параметр” найменший граничний розмір деталі за кресленням;

5. Для попереднього переходу визначити розрахунковий розмір як суму найменшого граничного розміру деталі за кресленням та розрахункового припуску $2z_{min}$;

6. Послідовно визначити розрахункові розміри для кожного попереднього переходу додаванням до розрахункового розміру розрахункового припуску $2z_{min}$ наступного за ним переходу;

7. Записати найменші граничні розміри по всім технологічним переходам;
8. Розрахувати найбільші граничні розміри додаванням допуску до найменшого граничного розміру;
9. Записати граничні значення припусків $2z_{\max}$ як різницю найбільших граничних розмірів та $2z_{\min}$ як різницю найменших граничних розмірів;
10. Розрахувати сумарні максимальний та мінімальний припуски на оброблення;
11. Перевірити правильність виконаних розрахунків за формулами:

$$2z_i^{\max} - 2z_i^{\min} = Td_{i-1} - Td_i, [\text{МКМ}] \quad (1.5)$$

$$2z_{\text{заг}}^{\max} - 2z_{\text{заг}}^{\min} = Td_{\text{вих. заг.}} - Td_{\text{дем}}, [\text{МКМ}] \quad (1.6)$$

12. Визначити загальний номінальний припуск на обробку за формулою:

$$2z_{\text{заг}}^{\text{ном}} = 2z_{\text{заг}}^{\min} + ei_{d_{\text{заг}}} - Td_{\text{дем}}, [\text{МКМ}] \quad (1.7)$$

Розрахунок припусків на поверхню $\text{Ø}30,9\text{H}10$.

Заготовка встановлюється на пальці та закріплюється прихватами.

Алгоритм розрахунку припусків прийняті до умови методом автоматичного забезпечення розмірів.

У відповідності до технологічного процесу послідовність обробки поверхні $\text{Ø}30,9\text{H}10$ включає наступні технологічні переходи:

- розточування попереднє – IT12, Ra5 ;
- розточування завершальне – IT10, Ra2,5;

Величину розрахункового мінімального припуску на операцію (перехід) визначаємо за наступною формулою:

$$2z_{\min} = 2 \left[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right], [\text{МКМ}] \quad (1.8)$$

де R_{zi-1} - висота мікронерівностей, які залишаються після попередньої операції або переходу, мкм;

ρ_{i-1} - сумарне значення відхилень просторового розташування, які залишаються після попередньої операції або переходу, мкм;

ε_{yi} - похибка установки заготовки в пристосуванні на даній операції, мкм;

Сумарне значення просторових відхилень для оброблення внутрішніх циліндричних поверхонь визначаємо за формулою:

$$\rho_d = \sqrt{\rho_{жс}^2 + \rho_{зс}^2}, [\text{мм}] \quad (1.9)$$

$$\rho = \rho_{жс} + \rho_{зс}, [\text{мм}] \quad (1.10)$$

$$\rho_{зс} = T, [\text{мм}] \quad (1.11)$$

$$\rho_{жс} = \Delta_k L, [\text{мм}] \quad (1.12)$$

де $\rho_{зс}$ – похибка зсуву дорівнює 1400.

Δ_k – питома кривизна заготовок на 1 мм довжини для виливків .

$\Delta_k = 700$ мкм.

$$\rho_{жс} = 30,9 \cdot 0,7 = 21,63 \text{ (мм)}$$

Для попереднього розточування висота мікронерівностей та глибина дефектного шару: $R_z = 50$, $h = 50$, $\varepsilon_i = 150$.

Розточування завершальне: висота мікронерівностей $R_z = 30$ (мкм), глибина дефектного шару $h = 30$ (мкм), похибка установки в пристрої $\varepsilon_i = 8,1$ (мкм).

Визначаємо значення мінімальних припусків:

$$2z_{1\min} = 2\left(700 + \sqrt{1400^2 + 150^2}\right) = 1400 \text{ (мкм)}$$

$$2z_{2\min} = 2\left(50 + 50 + \sqrt{84^2 + 8^2}\right) = 368 \text{ (мкм)}$$

Результати розрахунків заносимо в таблицю 1.7 і подальші розрахунки виконуємо в таблиці.

Максимальний розмір на попередньому переході:

$$d_{\max i-1} = d_{\max i} - 2Z_{\min i} \text{ [мм]} \quad (1.13)$$

Найбільші граничні значення по всім технологічним переходам округлюють зменшенням їх до того ж знаку дробу, з яким даний допуск на розмір для кожного переходу.

Знаходимо фактичні значення припусків:

$$2Z_{\max} = d_{\min i} - d_{\min i-1} \text{ [мм]} \quad (1.14)$$

$$2Z_{\max} = d_{\max i} - d_{\max i-1} \text{ [мм]} \quad (1.15)$$

Визначаємо загальні припуски на оброблення:

$$2Z_{\min}^{\text{заг}} = 1400 + 400 = 1800 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\max}^{\text{заг}} = 3000 + 500 = 3500 \text{ мкм}$$

Таблиця 1.7 - Розрахунок припусків на обробки та граничних розмірів по технологічним переходам поверхні $\varnothing 30,9\text{H}10$

Методи об-робки поверх-ні $\varnothing 30,9\text{H}10$	IT	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $2Z_{\min}$, мкм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск на виготовлення, мкм	Розміри по переходам		Граничні припуски	
		R_z	h	ρ	ε				d_{\max} , мм	d_{\min} , мм	$2Z_{\min}$, мкм	$2Z_{\max}$, мкм
Виливок	-	700		1400	-	29,232	1800	27,4	29,2	-	-	
Розточ. попереднє	12	50	50	84	150	1400	30,632	200	30,4	30,6	1400	3000
Розточ. остаточ.	10	30	30	3,3	8,1	368	31	100	30,9	31	400	500
									Σ		1800	3500

Перевірка правильності розрахунку: $3500 - 1800 = 1700$ (мкм), тоді як $1800 - 100 = 1700$ (мкм). Висновок. Розрахунок проведено правильно.

Розрахунок припусків на поверхню $38H8^{+0.039}$

Заготовка встановлюється у самоцентрувальні лещата.

Алгоритм розрахунку припусків прийняті до умови методом автоматичного забезпечення розмірів.

У відповідності до технологічного процесу послідовність оброблення поверхні $38^{+0.8}$ включає наступні технологічні переходи:

- фрезерування попереднє IT12, Ra 6,3;
- фрезерування завершальне IT8, Ra 2,5.

Величину розрахункового мінімального припуску на операцію (перехід) визначаємо за наступною формулою:

$$2Z_{min} = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} - \varepsilon_i) [\text{мкм}] \quad (1.16)$$

де Rz_{i-1} - висота мікронерівностей, які залишаються після попередньої операції або переходу, мкм;

ρ_{i-1} - сумарне значення відхилень просторового розташування, які залишаються після попередньої операції або переходу, мкм;

ε_{yi} - похибка установки заготовки в пристрої на даній операції, мкм;

Висота мікронерівностей та глибина дефектного шару $Rz + h = 700$ (мкм).

Похибка установки в пристрої – оскільки деталь закріплена в лещатах по необробленій поверхні з ручним затиском, то похибка установки: $\varepsilon_i = 0$

Висота мікронерівностей $Rz = 50$ (мкм.)

Глибина дефектного шару $h = 50$ (мкм.)

Похибка установки в пристрої $\varepsilon_i = 0$ (мкм)

Фрезерування остаточне.

Висота мікронерівностей $R_z=25(\text{мкм.})$

Глибина дефектного шару $h=25(\text{мкм.})$

Похибка установки в пристрої $\varepsilon_i=0(\text{мкм})$

Визначаємо значення мінімальних припусків

$$2Z_{1\min} = 2(700+135-0) = 1670(\text{мкм})$$

$$2Z_{2\min} = 2(50+50+0-0) = 200(\text{мкм})$$

Результати розрахунків заносимо в табл. 1.8 і подальші розрахунки виконуємо в таблиці.

Максимальний розмір на попередньому переході:

$$d_{\max i-1} = d_{\max i} - 2Z_{\min i} [\text{мм}] \quad (1.17)$$

Найбільші граничні значення по всім технологічним переходам округлюють зменшенням їх до того ж знаку дробу, з яким даний допуск на розмір для кожного переходу.

Знаходимо фактичні значення припусків:

$$2Z_{\max} = d_{\min i} - d_{\min i-1} [\text{мкм}] \quad (1.18)$$

$$2Z_{\min} = d_{\max i} - d_{\max i-1} [\text{мкм}] \quad (1.19)$$

Визначаємо загальні припуски на оброблення:

$$2Z_{\min}^{\text{заг}} = 1670 + 200 = 1870(\text{мкм})$$

$$2Z_{\max}^{\text{заг}} = 13020 + 388 = 3408(\text{мкм})$$

Перевірка правильності розрахунку: $3400 - 1870 = 1600 - 62$, $1538 = 1538$ (мкм). Висновок. Розрахунок проведено правильно.

Таблиця 1.8 - Карта розрахунку припусків на оброблення та граничних розмірів по технологічним переходам поверхні 38Н8^{+0.039}

Методи обробки поверхні 38 ^{+0.8}	ІТ	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск 2Z _{min} , мкм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск на виготовлення, мкм	Розміри по переходам		Граничні припуски	
		R _z	h	ρ	ε				d _{min} , мм	d _{max} , мм	2Z _{min} , мкм	2Z _{max} , мкм
Виливок	-	700		135	-	-	39,87	1600	39.87	41,47	-	-
Фрезерування попереднє	12	50	50	0	-	1670	38,2	250	38,2	38,45	1670	3020
Фрезерування завершальне	9	25	25	0	-	200	38	62	38	38,062	200	388
									Σ		3408	1870

1.9. Визначення режимів різання

Визначення режимів різання розрахунково-аналітичним методом

Фрезерування поверхні 38Н8^{+0,039}

Чорнове фрезерування:

Подача: $S_{зуб} = 0,15$ (мм/зуб)

Швидкість різання:

$$v = \frac{C_v \cdot D^{z_v} \cdot K_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot S_z^{y_v} \cdot b^{u_v} \cdot z^{p_v}} \text{ [м/хв]} \quad (1.20)$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{cv} \cdot K_{nv} \cdot K_{lv} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{\phi 1v} \cdot K_{rv} \cdot K_{qv} \cdot K_{dv} \cdot K_{ov}$$

$$= 1,19 \cdot 1,0 \cdot 0,85 \cdot 0,83 \cdot 0,7 \cdot 0,91 \cdot 1,0 \cdot 0,93 \cdot 1,04 \cdot 1,0 = 0,52$$

Отже

$$v = \frac{445 \cdot 80^{0,2} \cdot 0,52}{180^{0,32} \cdot 2,85^{0,15} \cdot 0,15^{0,35} \cdot 41^{0,2} \cdot 5^0} = 85,3 \left(\frac{\text{М}}{\text{ХВ}} \right).$$

Частота обертання:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 85,3}{3,14 \cdot 80} = 340 \left(\frac{\text{об}}{\text{ХВ}} \right).$$

Час:

$$l_{xi} = l + l_1 + l_2 = 180$$

$$l_1 = 0,5 \left(D - \sqrt{D^2 - b^2} \right) = 0,5 \left(80 - \sqrt{80^2 - 41^2} \right) = 6 \text{ (ММ)}$$

$$l_2 = (3 \dots 5) S_0 = 3 \cdot 0,06 \cdot 5 = 1 \text{ (ММ)}$$

$$T_o = \frac{l_{xi}}{n \cdot S} = \frac{45}{340 \cdot 0,75} = 0,7 \text{ (ХВ)}$$

Остаточне фрезерування:

$$\text{Подача: } S_{\text{зуб}} = 0,25 \left(\frac{\text{ММ}}{\text{зуб}} \right)$$

Швидкість різання:

$$v = \frac{C_v \cdot D^{z_v} \cdot K_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot S_z^{y_v} \cdot b^{u_v} \cdot z^{p_v}} \quad (1.21)$$

$$\begin{aligned} K_v &= K_{mv} \cdot K_{cv} \cdot K_{nv} \cdot K_{lv} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{\phi 1v} \cdot K_{rv} \cdot K_{qv} \cdot K_{dv} \cdot K_{ov} \\ &= 1,19 \cdot 1,0 \cdot 0,85 \cdot 0,83 \cdot 0,7 \cdot 0,91 \cdot 1,0 \cdot 0,93 \cdot 1,04 \cdot 1,0 = 0,52 \end{aligned}$$

Отже

$$v = \frac{445 \cdot 80^{0,2} \cdot 0,52}{180^{0,32} \cdot 0,95^{0,15} \cdot 0,08^{0,35} \cdot 41^{0,2} \cdot 5^0} = 127 \text{ (М/ХВ)}.$$

Частота обертання:

$$n = \frac{1000 \cdot \vartheta}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 127}{3.14 \cdot 80} = 505 \text{ (об/хв.)}$$

Час:

$$l_{xi} = l + l_1 + l_2 \text{ [мм]} \quad (1.22)$$

$$l = 180$$

$$l_1 = 0,5 \left(D - \sqrt{D^2 - b^2} \right) = 0,5 \left(80 - \sqrt{80^2 - 41^2} \right) = 6 \text{ (мм)}$$

$$l_2 = (3 \dots 5)S_0 = 5 \cdot 0,02 \cdot 5 = 1 \text{ (мм)}$$

$$T_o = \frac{l_{xi}}{n \cdot S} = \frac{45}{505 \cdot 0,4} = 0,22 \text{ (хв)}$$

Оброблення наскрізного отвору Ø9H8 глибиною 10(мм).

Свердління наскрізного отвору Ø8,8 на глибиною 10 (мм).

Швидкість різання:

$$\vartheta = \frac{C_\vartheta \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_\vartheta \text{ [м/хв]} \quad (1.23)$$

де $C_\vartheta = 14.7$, $D = 8,8$ (мм), $q = 0.25$, $T = 35$ (хв), $m = 0.125$,

$S = 0,24 \dots 0.31$ приймаємо $S = 0.24$ (мм/об), $y = 0.55$.

$$K_\vartheta = K_{M_\vartheta} \cdot K_{i_\vartheta} \cdot K_{l_\vartheta} \cdot K_{c_\vartheta} \cdot K_{o_\vartheta} \quad (1.24)$$

$$K_{M_\vartheta} = (190/HB)^{1.3} = (190/240)^{1.3} = 0.73$$

$$K_{i_\vartheta} = 0.91, K_{l_\vartheta} = 1, K_{c_\vartheta} = 1, K_{o_\vartheta} = 1$$

$$K_\vartheta = 0,73 \cdot 0,91 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,67$$

Отже

$$\vartheta = \frac{14.7 \cdot 8,4^{0.25}}{60 \cdot 35^{0.125} \cdot 0.24^{0.55}} \cdot 0.67 = 0.58 \text{ (м/с)} = 35 \text{ (м/хв.)}$$

Частота обертання:

$$n = \frac{1000 \cdot 60 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 60 \cdot 0.58}{3.14 \cdot 8.4} = 1320 \text{ (об/хв.)}$$

Час:

$$t = \frac{l_{xi}}{n \cdot S} = \frac{10}{1320 \cdot 0.24} = 0.03 \text{ (хв)}$$

Розвертання наскрізного отвору Ø8,8 глибиною 10 (мм).

Подача: $S=0,08$ (м/хв.). Швидкість різання приймаємо $v = 15$ (м/хв).

Частота обертання:

$$n = \frac{1000 \cdot 60 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 60 \cdot 0.25}{3.14 \cdot 8.8} = 542 \text{ (об/хв.)}$$

Час:

$$T_o = \frac{l_{xi}}{n \cdot S} = \frac{10}{542 \cdot 0,08} = 0,23 \text{ (хв)}$$

Розвертання наскрізного отвору Ø9 глибиною 10 (мм.)

Подача: $S=0,06$ (м/хв.)

Швидкість різання приймаємо $v = 15$ (м/хв)

Частота обертання:

$$n = \frac{1000 \cdot 60 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 60 \cdot 0.25}{3.14 \cdot 9} = 490 \text{ (об/хв)}$$

Час:

$$T_0 = \frac{l_{xi}}{n \cdot S} = \frac{10}{490 \cdot 0,08} = 0,31(\text{хв}).$$

Таблиця 1.9 – Значення режимів різання для операції 005

Обробка	h, мм	S, мм/зуб	S, мм/об	V, м/хв	n, об/хв	T ₀ , хв
Фрезерування попереднє (фреза торцева Ø80)	1,8	0,15	-	85,3	339	0,58
Фрезерування Завершальне (фреза торцева Ø80)	0,4	0,25	-	127	505	0,23
Центрування	3	-	0,1	15	1600	0,01
Свердління Ø9	4,2	-	0,24	35	1320	0,03
Розвертання Ø9	0,2	-	0,08	15	542	0,23
Розвертання Ø9	0,1	-	0,06	15	490	0,31

Користуючись кресленням деталі та змістом технологічних операцій визначимо режими різання на всі інші операції. Результати призначення режимів різання приведено в таблиці 1.10.

Таблиця 1.10 – Розрахунок режимів різання для технологічних операцій

№ опер.	Пере-хід	Інструмент	h, мм	S, мм/зуб	S, мм/об	V, м/хв	n, об/хв	T ₀ , хв
005	01	Фреза торцева Ø80	1,8	0,15	-	85,3	339	0,58
	02	Фреза торцева Ø80	0,4	0,25	-	127	505	0,23
	03	Центровочне свердло	3	-	0,1	15	1600	0,01
	04	Свердло Спіральне Ø8.4	4,2	-	0,2	26	985	0,05
	05	Розвертка Ø8.8	0,2	-	0,08	15	542	0,13
	06	Розвертка Ø9	0,1	-	0,06	15	490	0,31
010	01	Фреза торцева Ø80	1,8	0,15	-	85,3	340	0,55
	02	Фреза торцева Ø80	0,4	0,25	-	127	505	0,22
	03	Фреза кінцева Ø20	1,1	0,25	-	63	1002	0,01
	04	Різець контурний	1,8	-	0,4	74	826	0,1
	05	Різець контурний	0,6	-	0,2	105	1103	0,15
	06	Різець різенарізний	2,1	-	0,1	120	1157	0,22
	07	Свердло центровочне	3	-	0,1	15	1600	0,01
	08	Свердло Ø18	9	-	0,2	25	442	0,42
	09	Зенкер машинний Ø19.9	1,9	-	0,1	25	240	0,52
	10	Фреза кінцева Ø4	2	0,25	-	45	3580	0,019
	11	Різець різенарізний	2,1	-	0,1	120	1736	0,09
015	01	Різець контурний	1,8	-	0,4	74	850	0,1
	02	Різець контурний	0,6	-	0,2	105	1175	0,14
	03	Різець різенарізний	1,6	-	0,1	120	1273	0,08

1.10 Нормування технологічних операцій

Визначимо норму часу, що приходиться на операцію 005 «Багатоцільова» при обробленні деталі «Корпус 21.10».

Норма часу штучного визначається за наступною формулою:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{обс}} + T_{\text{пп}} \text{ [хв]} \quad (1.25)$$

$T_{\text{оп}}$ – оперативний час обробки

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{o}} + T_{\text{доп}} \text{ [хв]} \quad (1.26)$$

T_{o} – основний час оброблення, хв.;

$T_{\text{доп}}$ - допоміжний час роботи, хв., $T_{\text{доп}} = 0,14 \text{ (хв)}$

Основний час обробки для всієї операції: $T_{\text{o}} = 3 \text{ (хв)}$;

Отже, оперативний час складає:

$$T_{\text{оп}} = 0,14 + 1,31 = 1,45 \text{ (хв)}$$

Час на обслуговування робочого місця:

$$T_{\text{обс}} = T_{\text{ех}} + T_{\text{орг}} \text{ [хв]} \quad (1.27)$$

$T_{\text{ех}}$ – час на технічне обслуговування робочого місця, хв.,

$T_{\text{орг}}$ - час на організаційне обслуговування робочого місця, хв.,

$$T_{\text{обс}} = 2 + 0,02 = 2,02 \text{ (хв)}.$$

де $T_{\text{ех}} = 2 \text{ хв.}$, $T_{\text{орг}} = 1,4\% \text{ від } T_{\text{оп}}$

Час планових перерв $T_{\text{пп}}$ визначається як 8 % від T_{o} , тобто він

становить 0,1 (хв).

$$T_{шт} = 1,45 + 2,02 + 0,1 = 3,57 \text{ (хв)}$$

Для решти операцій норми часу розраховується за тим же самим принципом.

Результати нормування зведемо в таблицю 1.11

Таблиця 1.11 – Зведена таблиця технічної норми часу для технологічного процесу виготовлення деталі «Корпус 21.10»

№ операції	T _о	T _{доп}	T _{оп}	T _{обс}		T _{пп}	T _{шт}
				T _{тех}	T _{орг}		
005	1,31	0,14	1,45	2	0,02	0,1	3,57
010	1,79	0,14	1,93	2	0,02	0,1	4,05
015	0,32	0,14	0,46	2	0,006	0,02	2,48

1.11. Висновки до технологічної частини

Отже, проведено визначення типу виробництва і форми організації роботи, а також аналіз конструкції та технологічності деталі «Корпус 21.10». Розроблено тривимірну модель деталі «Корпус 21.10», вибрано спосіб виготовлення її заготовки, а також розроблено маршрут механічної обробки деталі.

2. ПРОЕКТУВАННЯ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТОСУВАННЯ

2.1. Розробка конструктивної схеми пристосування

Розробку пристосування доцільно виконувати в такій послідовності:

1. Установити розміри зони верстата і розміри тих елементів верстата, до яких кріпляться пристосування.

2. Виходячи з теоретичної схеми базування оброблюваної деталі, точності і шорсткості базових поверхонь, визначити тип і розмір установних елементів, їхнє число і взаємне розташування. Розрахувати похибку базування.

3. З урахуванням заданої продуктивності операції визначають тип пристосування (одне- або багатомісне, одне- або багатопозиційне).

4. Виходячи зі схеми базування, величини, напрямків і місця прикладення сили різання вибирають місце прикладення та напрямок сили затиску. З урахуванням отриманої схеми дії сил визначають необхідну силу затиску.

5. В залежності від сили затиску, напрямку та місця її прикладення вибирають тип затискного механізму (гвинтовий, клиновий, важільний, ексцентриковий, шарнірно-важільний та т.ін.), визначають його конструктивні розміри, параметри та вихідну силу приводу.

6. В залежності від вихідної сили обирають тип силового приводу і розраховують його розміри. За нормами і державними стандартами підбирають стандартний.

7. Визначають похибку закріплення ε_3 і похибку установки ε_B у пристосуванні.

8. Встановлюють тип і розміри елементів для визначення положення і напрямку ріжучого інструменту.

Таким чином, розроблено конструктивну схему пристосування, що представлена на рис. 2.1.

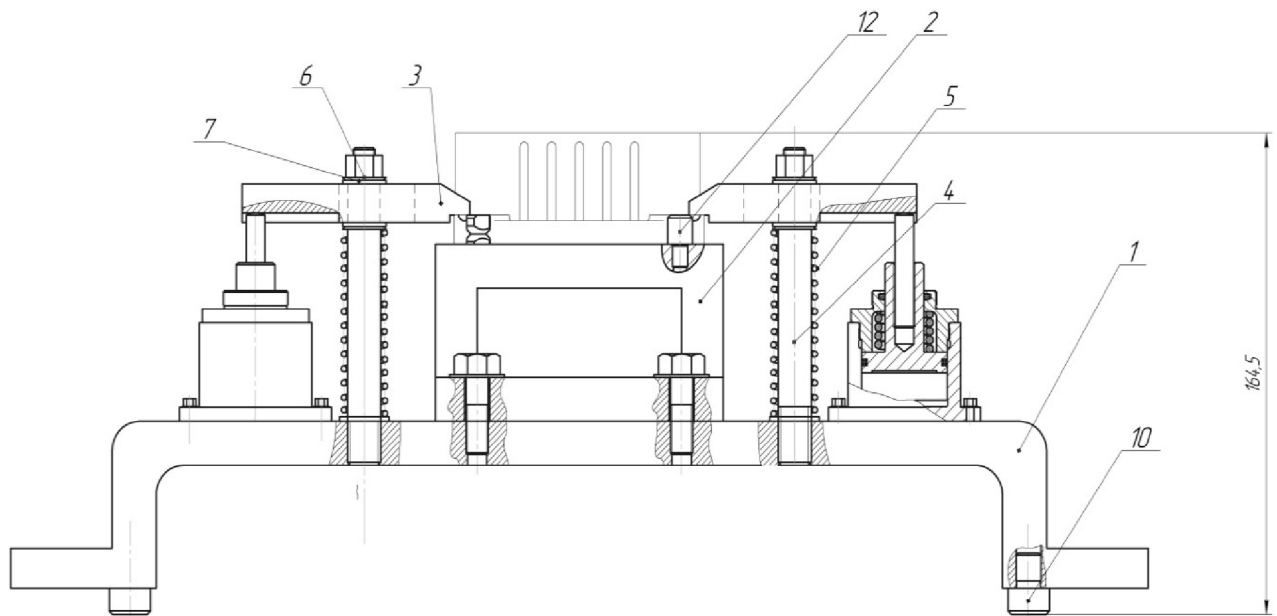


Рисунок 2.1 – Ескіз пристрою для фрезерування

Виконання проектування згідно пп. 4-6 являє собою розрахунок затискних пристроїв, верстатних пристосувань, схема яких може бути представлена в наступному виді (рис. 2.2):

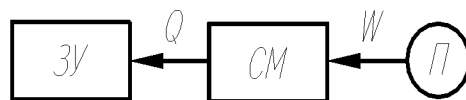


Рисунок 2.2 – Схема верстатного пристосування

де Q – необхідна сила закріплення;

W – вихідна сила;

СМ – силовий механізм пристосування (важіль, клин і т.д.);

2.2. Визначення похибки базування

На даній операції витримується 1 лінійний та 4 діаметральні розміри.

У відповідності до розробленого технологічного процесу установка заготовки на другій операції виконується на дві постійні опори з плоскою

поверхнею та на пальці. Проведемо аналіз можливості установки деталі на 2 циліндричні пальці та на 1 циліндричний і 1 зрізаний.

Вихідні дані: 2 отв. $\text{Ø}9 \text{ H}7,2$ циліндричних пальці $\text{Ø}9 \text{ f}8$.

Визначення можливості установки деталі на два циліндричні пальці.

Припускаємо гірший випадок з усіх можливих, а саме: міжцентрова відстань отворів у деталі виконана за найбільшим граничним розміром $A_0 + \delta_0/2$, міжцентрова відстань пальців - найменша $B_0 - \delta_n/2$ (A_0 , B_0 - відстані між центрами базових отворів і установочних пальців), зазори в сполученнях отворів з пальцями виконані мінімальними: S_1^{\min}, S_2^{\min} .

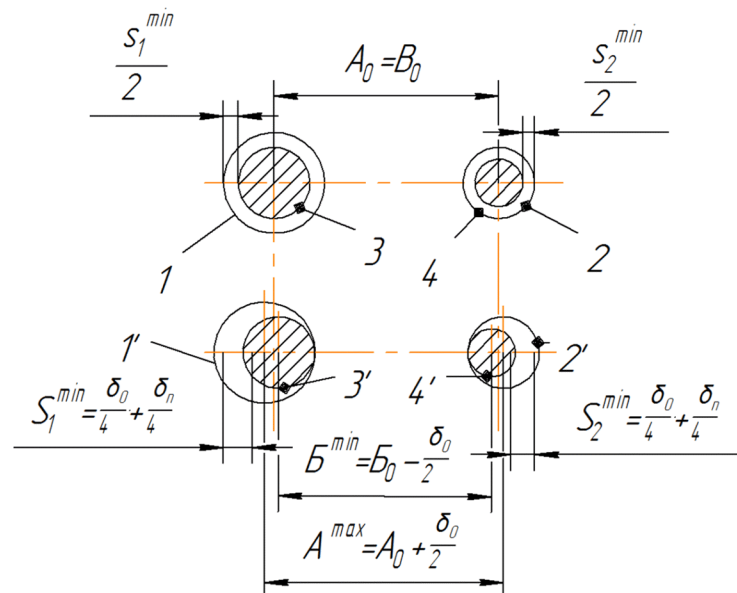


Рисунок 2.3 - Схема установки деталі на 2 циліндричні пальці

На схемі (рис.2.3) показані положення отворів 1,2 і пальців 5,4 при номінальній міжцентровій відстані між ними (розмір A_0).

На схемі (рис.2.3) осі отворів 1', 2' мають найбільшу міжцентрову відстань (розмір $A_0 + \delta_0/2$) а колами 3' і 4' показане положення пальців при найменшій найменшій міжцентровій відстані ($B_0 - \delta_n/2$).

З графічної побудови (рис. 2.3.б) знаходимо:

$$2\left(\frac{\delta_0}{2} + \frac{\delta_n}{2}\right) = \frac{S_1^{\min}}{2} + \frac{S_2^{\min}}{2} \quad (2.1)$$

Звідси маємо умову можливості установки деталі на 2 циліндричні пальці:

$$S_1^{\min} + S_2^{\min} \geq \delta_0 + \delta_n \quad (2.2)$$

де, δ_0 - допуск на міжцентрову відстань базових отворів;

δ_n - допуск міжцентрової відстані установочних пальців;

$$0,01 + 0,01 \cup 0,2 + 0,04$$

$$0,02 < 0,24 - \text{умова не виконується.}$$

Перевіримо можливість установки деталі на один циліндричний і один зрізаний палець.

Щоб зменшити розрахункові мінімальні зазори і тим самим підвищити точність базування, не порушуючи умови можливості установки на два пальці, один з них зрізають, як показано на (рис. 2.4), чим збільшують зазор у напрямі розміру 70 .

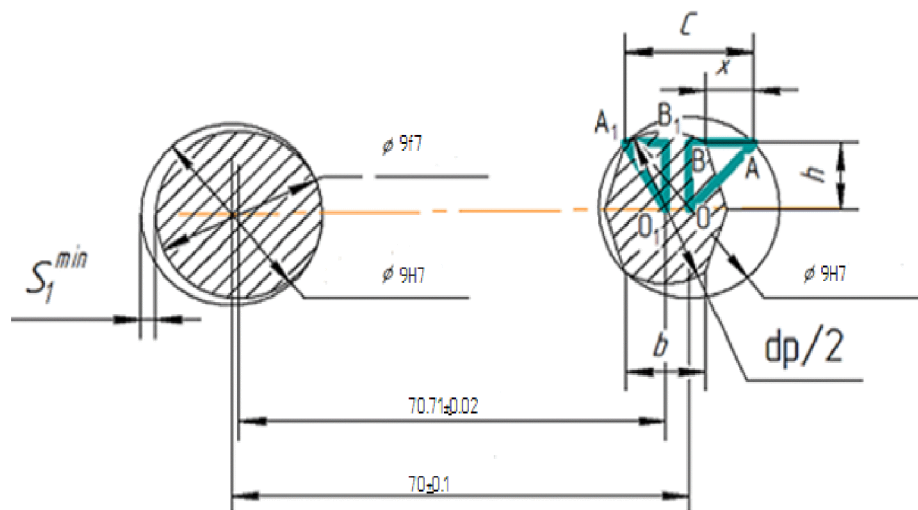


Рисунок 2.4 – Схема для визначення зазору x в з'єднанні отвір – зрізаний палець з $\wedge O_1B_1A_1$

Умова можливості установки на циліндричний та зрізаний палець:

$$S_1^{\min} + x \geq \delta_0 + \delta_n \quad (2.3)$$

$$h^2 = \left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{c}{2}\right)^2 \quad (2.5)$$

$$2z_i^{\max} - 2z_i^{\min} = Td_{i-1} - Td_i \quad (2.6)$$

$$z \wedge O_1B_1A_1 \quad (2.7)$$

$$d_p^2 = D^2 - c^2 + b^2 \quad (2.8)$$

$$c^2 = D^2 - d_p^2 + b^2 \quad (2.9)$$

$$c = x + b \quad (2.10)$$

$$x = \sqrt{D^2 + b^2 - (\delta_0 + \delta_n - S_1^{\min} + b)^2} \quad (2.11)$$

Чим вужча циліндрична ділянка в зрізаного пальця тим більший зазор х. Проте надмірне зменшення циліндричної ділянки призводить до швидкого зносу пальця, тому ширину b слід брати найбільшу з можливих, визначаючи її розрахунком:

$$b \leq \frac{S_2^{\min}}{\delta_0 + \delta_n - S_1^{\min}} D \quad (2.12)$$

За ГОСТ 12210-66 та таблицею 2.1, вибираємо b=2 мм.

Тоді

$$d_p = \sqrt{9^2 + 2^2 - (0.2 + 0.04 - 0.01 + 2)^2} = 8.94(\text{мм})$$

$$d_p = 8.94f7(\text{мм}).$$

Визначення величини граничного зсуву (повороту) деталі слід виконати згідно схеми, що представлена на рис. 2.5.

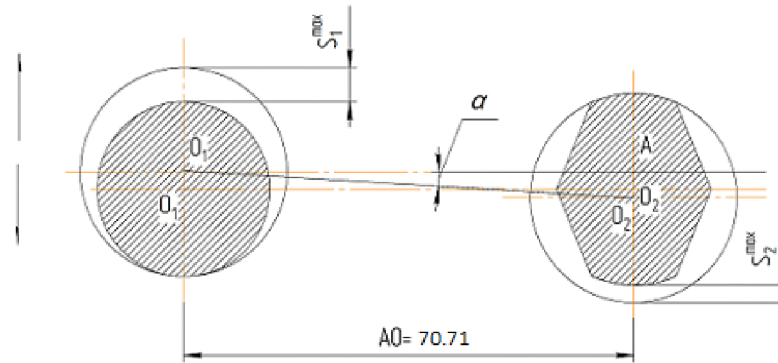


Рисунок 2.5 – Визначення величини граничного зсуву (повороту) деталі

Із побудови маємо:

$$O_2A = O_1O_1' = \frac{S_1^{max}}{2}, O_2O_2' = \frac{S_2^{max}}{2}, O_2'A = \frac{S_1^{max} + S_2^{max}}{2} \quad (2.13)$$

Розглядаючи прямокутний трикутник $O_1O_1'A$ знаходимо:

$$\operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \alpha = \frac{S_1^{max} + S_2^{max}}{2 \cdot A_0} \quad (2.14)$$

де, $S_1^{max} = 0.04$ (мм)

$$S_2^{max} = 9 + 0.018 - (8.94 - 0.022) = 0.056 \text{ (мм)}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{0.04 + 0.056}{2 \cdot 7.8} = 0.001538$$

$$\alpha = 0^\circ 2' 68''$$

Отже остаточно приймаємо схему базування деталі на циліндричний палець $\varnothing 9f7$ та зрізаний $\varnothing 8.94f7$ (мм).

2.3. Розрахунок необхідної сили закріплення

Відповідно до умов, що представлені на конструктивні схемі

пристосування, розраховуємо необхідну силу Q для надійного закріплення заготовки, на основі побудови розрахункової схеми (рис. 2.6).

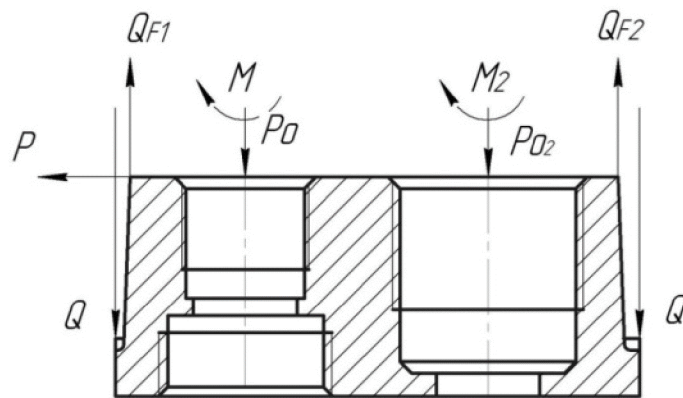


Рисунок 2.6 – Схема дії сил на заготовку

Для розрахунку приймаємо наступні спрощуючі припущення:

1. Вагу заготовки не враховуємо ($m_{\text{заг}}=1$ кг).
2. Опори та затискний механізм жорсткі.
3. Установочні пальці не сприймають сили різання.
4. Виходячи з умови рівноваги знайдемо допустиму силу Q :

$$\sum X = 0, \quad (2.13)$$

$$kP = 2Q \cdot (f_1 + f_2); Q = \frac{kP}{2 \cdot (f_1 + f_2)} \quad (2.14)$$

$$P = \sqrt{P_y^2 + P_z^2} = \sqrt{016P_y^2 + P_z^2} = 1.07.$$

Розрахунки сил які діють на заготовку при свердлінні

P_0 - осьова сила

$$P_0 = 10 C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad [\text{H}] \quad (2.15)$$

$$M_{\text{кр.}} = 10 C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad [\text{H} \cdot \text{м}] \quad (2.16)$$

де, $K_p=K_{np}=1$

$$\left. \begin{array}{l} C_p=42; q=1,2; y=0,7 \\ C_M=0,012; q=2,2; y=0,8 \end{array} \right\}$$

$$P_o=10 C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 42 \cdot 18^{1,2} \cdot 0,2^{0,7} \cdot 1=436,8 \text{ (Н)}$$

$$M_{кр.}=10 C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,012 \cdot 18^{2,2} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 1=19,1 \text{ (Н)}$$

Розрахунки сил які діють на заготовку при фрезеруванні.

Сила різання, що допускається механізмом подач верстата.

$$[Pz]_{мп} = 2[Pп] = 2 \cdot 1134,3 = 2268,6 \text{ (Н)}$$

де $[Pп]$ - сила, що допускається механізмом поздовжньої подачі,

$$[Pп]=1134,3 \text{ (Н)}.$$

Сила різання, що допускається міцністю державки різця. Вважаємо, що державка міцна, тому сила різання, що допускається міцністю пластини твердого сплаву:

$$[Pz]_{пл} = 340 \cdot h^{0,77} C^{1,35} \cdot \left(\frac{\sin 60}{\sin \varphi} \right)^{0,8} = 340 \cdot 2^{0,77} 5^{1,35} \left(\frac{\sin 60}{\sin 90} \right)^{0,8} = 423 \text{ (Н)}$$

де s - товщина пластини, $s = 5$ (мм)

Для визначення як розрахункову приймають найменшу з допустимих сил:

$$[Pz] = \min \{ [Pz]_{мп}; [Pz]_{др}; [Pz]_{пл} \} = 423 \text{ (Н)}.$$

Розрахунок коефіцієнта надійності закріплення.

Оскільки у виробничих умовах можуть мати місце відступи від тих умов, стосовно яких розраховувалися по нормативах сили і моменти різання, можливе їх збільшення слід врахувати шляхом введення коефіцієнта надійності (запасу) закріплення k і множення на нього сил і моментів, що входять в складені рівняння статички.

Значення коефіцієнта надійності k слід вибирати диференційовано залежно від конкретних умов виконання операції і способу закріплення заготовки. Його величину можна представити як добуток коефіцієнтів, кожний з яких відображає вплив певного чинника:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \quad (2.17)$$

k_0 - гарантований коефіцієнт запасу надійності закріплення, $k_0 = 1,5$;

k_1 - коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання через випадкові нерівності на заготовці;

$k_1 = 1,1$ – для чорнової обробки;

$k_1 = 1,0$ - для чистової обробки;

k_2 - коефіцієнт що враховує збільшення сили різання внаслідок затуплення інструменту;

k_3 - коефіцієнт що враховує збільшення сили різання при переривистому різанні, $k_3 = 1.2$;

k_4 - враховує непостійність затискного зусилля;

$k_4 = 1,3$ - для ручних затисків;

$k_4 = 1,0$ - для пневматичних і гідравлічних затискачів;

k_5 - враховує ступінь зручності розташування рукояток в ручних затискачах;

$k_5 = 1,1$ - при діапазоні кута відхилення рукоятки 90° ;

$k_5 = 1,0$ — при зручному розташуванні і малій довжині рукоятки;

k_6 - враховує невизначеність через нерівності місця контакту заготовки з опорними елементами, що мають велику опорну поверхню (враховується тільки за наявності крутного моменту, при повороті заготовки);

$k_6 = 1,0$ - для опорного елемента, що має обмежену поверхню контакту із заготовкою;

$k_6 = 1,5$ - для опорного елемента з великою площею контакту.

Величина k може коливатися в межах 1,5.. 8,0. Якщо $k < 2,5$, то при розрахунку надійності закріплення її слід прийняти рівною $k = 2,5$ (згідно ГОСТ 12.2.029-77).

$$k = 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 1,452$$

Отже необхідна сила затиску ,при свердлінні

$$Q = \frac{1.07kP_z}{2(f_1 + f_2)} = \frac{1.07 \cdot 1.452 \cdot 346,8}{2(0.25 + 0.1)} = 769.7(H)$$

При фрезеруванні

$$Q = \frac{1.07kP_z}{2(f_1 + f_2)} = \frac{1.07 \cdot 1.452 \cdot 423}{2(0.25 + 0.1)} = 938.8(H)$$

При розточуванні

$$Q = \frac{1.07kP_z}{2(f_1 + f_2)} = \frac{1.07 \cdot 1.452 \cdot 142,4}{2(0.25 + 0.1)} = 316,1(H).$$

2.4. Вибір силового приводу та розрахунок його параметрів

Як силовий привод верстатного пристосування пропонується пневмоциліндр (рис. 2.7.).

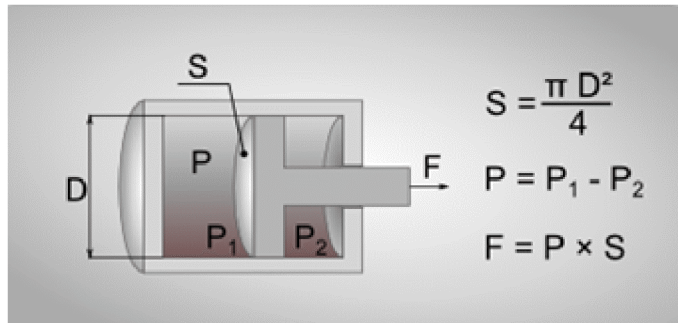


Рисунок 2.7 - Розрахунок сили затиску пневмоциліндром

Тобто сила закріплення одним циліндром становить 907,46 Н (рис. 2.8).

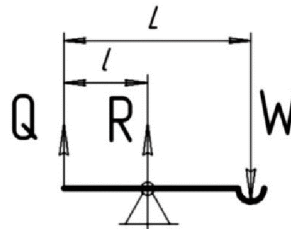


Рисунок 2.8 - Схема затиску заготовки

Враховуючи, що $L=76(\text{мм})$ та $l=39(\text{мм})$, то зусилля приводу складатиме:

$$W=Q \times l / (L - l) = 907.46 \times 39 / (76 - 39) = 956,5(\text{Н})$$

Отже, після проведених розрахунків бачимо, що пристрій надає необхідне вихідне зусилля 956,5 Н.

Основним параметром пневмоприводу є величина діаметра пневмоциліндра. Визначимо діаметр пневматичного циліндра за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot P_B}{\pi \cdot p \cdot \eta}}, [\text{мм}] \quad (2.18)$$

де p – тиск у пневмомагістралі (0,4 МПа);

η – коефіцієнт корисної дії пневмоциліндра (0,86).

Отже, підставивши значення у формулу (2.18), отримаємо:

$$D=1.13 \sqrt{P / \rho \cdot \eta} = 1.13 \sqrt{233 / 4 \cdot 0.95} = 29,8 \text{ (мм)},$$

Приймаємо стандартне значення діаметра пневматичного циліндра $D = 32$ мм згідно ГОСТ 15608-81. При цьому діаметр штока становить $d = 12$ мм.

2.5. Дослідження силових характеристик затискного пристрою

Дослідження силових характеристик затискного пристрою базується на визначенні залежності сили різання та закріплення від вхідних параметрів режимів різання. Для цього визначимо показники залежності величини вихідного зусилля W від параметрів режимів різання – подачі S та глибини різання t під час фрезерування. Вибрані параметри розглядаються на діапазоні: $S = 0,05 \dots 0,5$ мм/об та $t = 0,5 \dots 2,5$ мм. Проведено розрахунки залежностей та отримано відповідні графіки, що представлені на рис. 2.9-2.10.

Розглянемо залежність величини вихідного зусилля W від подачі S (рис. 2.9).

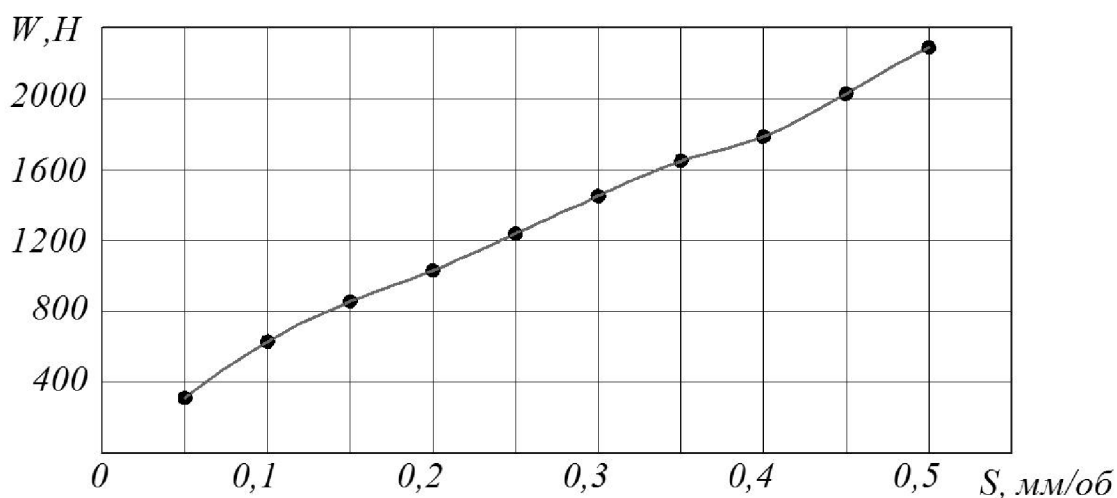


Рисунок 2.9 – Залежність величини вихідного зусилля W від подачі S

З рисунка 2.7 видно, що в результаті збільшення величини подачі фрези S величина вихідного зусилля W збільшується.

Розглянемо залежність величини вихідного зусилля W від глибини різання t (рис. 2.10).

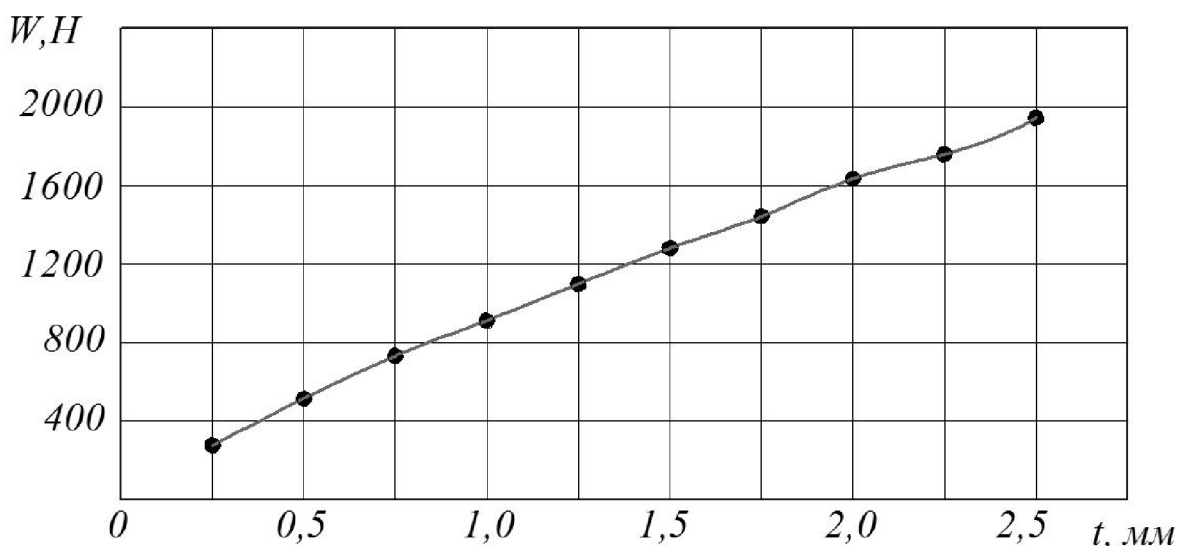


Рисунок 2.10 – Залежність величини вихідного зусилля W від глибини t

З рисунка 2.10 видно, що в результаті збільшення значення глибини різання t величина вихідного зусилля W збільшується.

Отже в результаті отриманих залежностей величини величина вихідного зусилля W збільшується від подачі S та глибини різання t , можна сформулювати рекомендації щодо вибору значень параметрів режимів різання, що забезпечить мінімізацію вихідного зусилля W , але забезпечуватиме достатню продуктивність механічної обробки: $S = 0,1 \dots 0,2$ мм/об та $t = 0,25 \dots 1,15$ мм. Рекомендовані параметри подачі та глибини різання фрези забезпечують знаходження величини вихідного зусилля W до 956 Н, що дозволить використовувати у конструкції верстатного пристосування пневмоциліндр діаметром $D = 32$ мм, що було розраховано для запропонованої конструкції верстатного пристосування.

2.6. Розрахунки затискних елементів пристрою на міцність

Розрахунки проводимо у середовищі CAD/CAM T-flex, навантажимо силою у 1000 (Н) наш прихват:

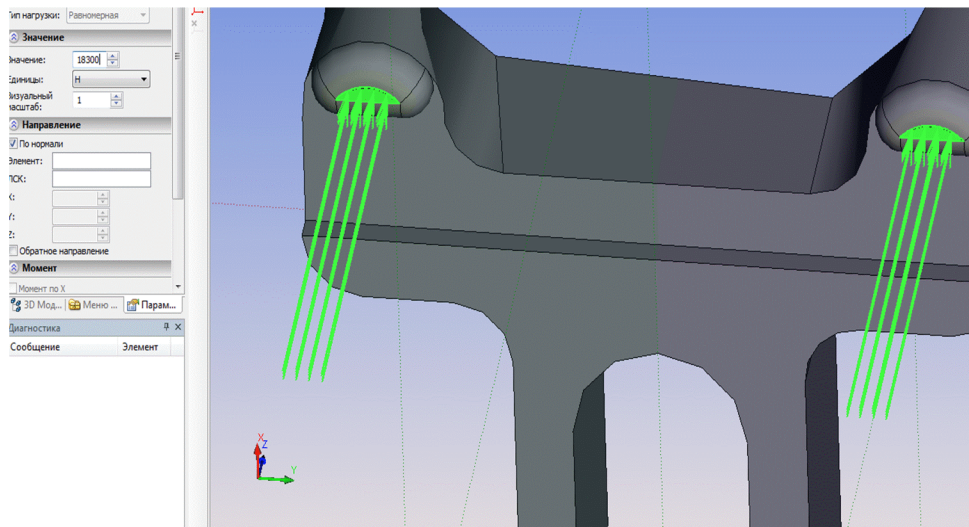


Рисунок 2.9 - Навантаження сили у 1000 Н на прихват

У результаті отримуємо наші навантаження на рисунку 2.10.

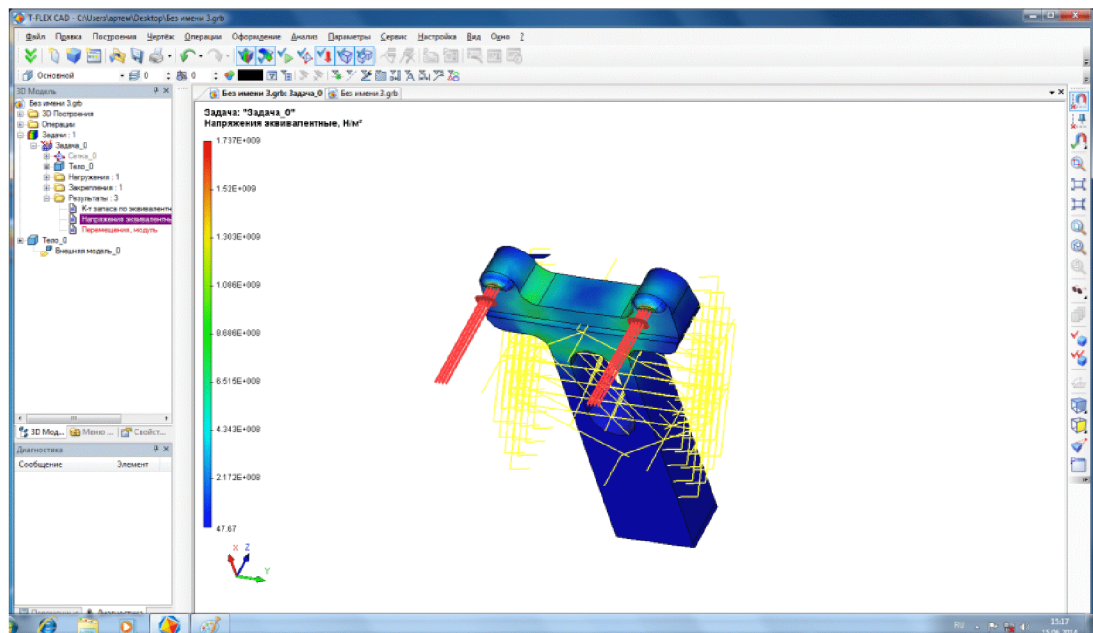


Рисунок 2.10 - Результат навантажень

У результаті спостерігаємо що на прихваті не має небезпечних зон злому. Висновок: прихват є достатньо міцним для витримання навантажень силою 18300 Н.

2.7. Опис дії верстатного пристрою

Даний пристрій призначений для закріплення деталі типу корпус при їх обробленні на багатоцільових верстатах з ЧПК. Пристрій складається з базової плити, на яку встановлена стійка. Опора закріплюються на ній за допомогою болтів. Заготовка кладеться на опору та базується на пальці(зрізаний та циліндричний), таким чином щоб її складові елементи були доступні для обробки. Її закріплення відбувається за допомогою пневмоциліндра. Габаритні розміри пристрою: 411x148x164. Вага – 12.

Заготовка кладеться на стійку, яка кріпляться за допомогою чотирьох болтів. Щоб уникнути перекосів, застосовуються сферичні шайби.

Регулювання висоти установки прихвату відбувається за допомогою гвинта зі сферичною головкою. Пружини слугують для того, щоб при знятті заготовок не відбулося падіння на плиту прихватів. Повітря подається у пневмоциліндр, шток рухається догори та здійснюється закріплення за допомогою прихвату, коли тиск у циліндрі падає, пружина відводить шток у початкове положення.

2.8 Висновки до розділу 2

Отже, виконано аналіз початкових даних для проектування, вибрано конструктивну схему пристосування. Розраховано необхідну силу закріплення та вибрано силовий привод верстатного пристосування, на основі аналітичних залежностей розрахунку сили закріплення досліджено силові характеристики затискного пристрою для закріплення деталі «Корпус 21.10» під час механічної обробки.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Оцінювання комерційного потенціалу розробки

Метою проведення технологічного аудиту є оцінювання комерційного потенціалу розробки, створеної в результаті науково-технічної діяльності. В результаті оцінювання робиться висновок щодо напрямів (особливостей) організації подальшого її впровадження з врахуванням встановленого рейтингу.

Для проведення технологічного аудиту залучено 3-х експертів, які оцінили комерційний потенціал розробки за 12-ю критеріями, наведеними в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Рекомендовані критерії оцінювання комерційного потенціалу розробки та їх можлива бальна оцінка

Критерії оцінювання та бали (за 5-ти бальною шкалою)					
Кри-терій	0	1	2	3	4
Технічна здійсненність концепції:					
1	Достовірність концепції не підтверджена	Концепція підтверджена експертними висновками	Концепція підтверджена розрахунками	Концепція перевірена на практиці	Перевірено роботоздатність продукту в реальних умовах
Ринкові переваги (недоліки):					
2	Багато аналогів на малому ринку	Мало аналогів на малому ринку	Кілька аналогів на великому ринку	Один аналог на великому ринку	Продукт не має аналогів на великому ринку
3	Ціна продукту значно вища за ціни аналогів	Ціна продукту дещо вища за ціни аналогів	Ціна продукту приблизно дорівнює цінам аналогів	Ціна продукту дещо нижче за ціни аналогів	Ціна продукту значно нижче за ціни аналогів
4	Технічні та споживчі властивості продукту значно гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту на рівні аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи кращі, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту значно кращі, ніж в аналогів

Продовження таблиці 3.1.

Критерії оцінювання та бали (за 5-ти бальною шкалою)					
Кри-терій	0	1	2	3	4
5	Експлуатаційні витрати значно вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати дещо вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати на рівні витрат аналогів	Експлуатаційні витрати трохи нижчі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати значно нижчі, ніж в аналогів
Ринкові перспективи					
6	Ринок малий і не має позитивної динаміки	Ринок малий, але має позитивну динаміку	Середній ринок з позитивною динамікою	Великий стабільний ринок	Великий ринок з позитивною динамікою
7	Активна конкуренція великих компаній на ринку	Активна конкуренція	Помірна конкуренція	Незначна конкуренція	Конкуренція немає
Практична здійсненність					
8	Відсутні фахівці як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї	Необхідно наймати фахівців або витратити значні кошти та час на навчання наявних фахівців	Необхідне незначне навчання фахівців та збільшення їх штату	Необхідне незначне навчання фахівців	Є фахівці з питань як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї
9	Потрібні значні фінансові ресурси, які відсутні. Джерела фінанс. ідеї відсутні	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування відсутні	Потрібні значні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Не потребує додаткового фінансування
10	Необхідна розробка нових матеріалів	Потрібні матеріали, що використовуються у військово-промисловому комплексі	Потрібні дорогі матеріали	Потрібні досяжні та дешеві матеріали	Всі матеріали для реалізації ідеї відомі та давно використовуються у виробництві
11	Термін реалізації ідеї більший за 10 років	Термін реалізації ідеї більший за 5 років. Термін окуп. інвест. більше 10-ти років	Термін реалізації ідеї від 3-х до 5-ти років. Термін окуп. інвест. більше 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окуп. інвест. від 3-х до 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окуп. інвест. менше 3-х років

Продовження таблиці 3.1.

Критерії оцінювання та бали (за 5-ти бальною шкалою)					
Кри-терій	0	1	2	3	4
12	Необхідна розробка реглам. докум. та отримання великої кількості дозвільних докум. на виробниц. та реалізацію продукту	Необхідно отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту, що вимагає значних коштів та часу	Процедура отримання дозвільних документів для виробництва та реалізації продукту вимагає незначних коштів та часу	Необхідно тільки повідомлення відповідним органам про виробництво та реалізацію продукту	Відсутні будь-які регламентні обмеження на виробництво та реалізацію продукту

Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки потрібно звести в таблицю за зразком таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки

Критерії	Прізвище, ініціали, посада експерта		
	Савуляк В.В.	Сухоруков С.І.	Дерібо О.В.
	Бали, виставлені експертами:		
1	2	2	2
2	1	2	2
3	2	3	3
4	2	2	2
5	3	4	3
6	2	2	1
7	2	2	2
8	3	3	3
9	2	4	2
10	2	3	3
11	4	3	4
12	4	4	4
Сума балів	СБ ₁ =28	СБ ₂ =34	СБ ₃ =31
Середньоарифметична сума балів $\overline{СБ}$	$\overline{СБ} = \frac{\sum_{i=1}^3 СБ_i}{3} = \frac{28 + 34 + 31}{3} = 31$		

Згідно [15] розробка має рівень комерційного потенціалу вище середнього.

Характеризуючи виріб та ринок його реалізації висвітлюємо наступні питання.

Даний виріб має нову конструкцію та має забезпечити потребу споживачів у швидкому реагуванні та економії енергії.

Ринками збуту продукції можуть бути промислові регіони України.

Потенційними покупцями нового товару можуть бути малі та середні машинобудівні та ремонтні підприємства з одиничним та серійним виробництвом. Також деяка кількість підприємств може замінити старе або менш ефективне обладнання пропонованим.

Оскільки загальний ресурс роботи пропонованого пристрою є досить великим, тому будемо вважати, що його покупка підприємством буде разовою. Також оцінивши новизну, та техніко економічні показники можна припустити що пристрій буде зберігати свою актуальність протягом 5 років.

3.2 Прогнозування витрат на розробку нового технічного рішення

Капітальні витрати на розробку нового рішення складаються з відповідних витрат і розраховуються за формулою:

$$K = Z_0 + Z_p + Z_{\text{дод}} + Z_n + A_{\text{обл}} + M + K_e + B_{\text{ЕЛ}} + B_{\text{ін}}, \quad (3.1)$$

де Z_0 – основна заробітна плата розробників, грн.;

Z_p – основна заробітна плата робітників, грн.;

$Z_{\text{дод}}$ – додаткова заробітна плата робітників, грн.;

Z_n – нарахування на заробітну плату розробників, грн.;

$A_{\text{обл}}$ – амортизація обладнання та приміщень для розробки, грн.;

M – витрати на матеріали, грн.;

K_e – витрати на комплектуючі, грн.;

$B_{\text{ел}}$ – витрати на електроенергію для розробки технічного рішення, грн.;

$B_{\text{ін}}$ – інші витрати, грн.

Витрати на основну заробітну плату розробників розраховують за формулою:

$$Z_0 = \frac{M \cdot t}{T_p}, [\text{грн}] \quad (3.2)$$

де M_{mi} – місячний посадовий оклад конкретного розробника, грн.;

t_i – число днів роботи конкретного розробника, грн.;

T_p – середнє число робочих днів в місяці, $T_p = 21 \dots 23$ дні.

Проведені розрахунки зведені до таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Витрати на заробітну плату розробників

Найменування посади	Місячний посадовий оклад, грн.	Оплата за робочий день, грн	Число днів роботи	Витрати на заробітну плату, грн.
Керівник проекту	9000	428,6	24	10286,4
Інженер-технолог	7000	333,3	10	3333
Всього				$Z_0 = 13619,4$

Витрати на основну заробітну плату робітників за відповідними найменуваннями робіт розраховують за формулою:

$$Z_p = \sum_{i=1}^n C_t \cdot t_i, [\text{грн}] \quad (3.3)$$

де C_t – погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду, за виконану відповідну роботу, грн./год;

t_i – час роботи робітника на визначеній і-й технологічній операції при виготовленні одного виробу, год.;

$$C_i = \frac{M_M \cdot K_i}{T_p \cdot t_{3M}}, [\text{грн}] \quad (3.4)$$

де M_M – розмір мінімальної місячної заробітної плати, грн. (6500 грн.);

K_i – тарифний коефіцієнт робітника відповідного розряду. Величина чинних тарифних коефіцієнтів робітників відповідних розрядів для бюджетної сфери наведена в [2];

T_p – середнє число робочих днів в місяці, приблизно $T_p = 21 \dots 23$ дні;

$t_{зм}$ – тривалість зміни, год.

Оскільки принципова схема нового пристрою вже відома, можна скласти приблизний перелік основних деталей та операцій для їх виготовлення.

Результати розрахунків представлені у таблиці 3.4.

Додаткову заробітну плату розраховуємо як 10...12% від суми основної заробітної плати розробників та робітників за формулою:

$$Z_{дод} = H_{дод} (Z_p + Z_o) = 0,12 \cdot (26,42 + 13619,4) = 1637,5 \text{ (грн.)}$$

Таблиця 3.4 – Величина витрат на основну заробітну плату робітників

Найменування робіт (механічна обробка на верстаті)	Трудоємність, год.	Коеф.	Розряди робіт	Погодинна тарифна ставка	Величина оплати, грн.
Багатоцільовий з ЧПК HAAS VF1	0,311	1,37	4 ($K_i = 1,35$)	63,04	19,61
Багатоцільовий з ЧПК HAAS VF1	0,095	1,37	4 ($K_i = 1,35$)	63,04	5,99
Багатоцільовий з ЧПК HAAS VF1	0,013	1,37	4 ($K_i = 1,35$)	63,04	0,819
Всього					$Z_p = 26,42$

Нарахування на заробітну плату розробників та робітників розраховується як 22 % від суми основної та додаткової заробітної плати розробників і робітників за формулою:

$$Z_H = H_{zn} (Z_p + Z_o + Z_{доо}) = 0,22 \cdot (26,42 + 13619,4 + 1637,5) = 3362,33 \text{ (грн.)}$$

Амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання та приміщенням можуть бути розраховані з використанням прямолінійного методу амортизації за формулою.

$$A_{обл} = \frac{Ц \cdot H_a \cdot T}{100 \cdot 12}, \quad (3.5)$$

де Ц – загальна балансова вартість всього обладнання, комп'ютерів, приміщень тощо, що використовувались для виконання даного етапу роботи, грн;

H_a – річна норма амортизаційних відрахувань (10...25)%, для нашого випадку можна прийняти $H_a = 15\%$.

T – термін, використання обладнання, приміщень тощо, місяці.

Результати розрахунків представлені у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Амортизаційні відрахування

Найменування обладнання	Балансова вартість, грн.	Строк корисного використ., років	Термін використання обладнання, місяців	Амортизаційні відрахування, грн.
Оф. приміщення	90000	15	2	2250
Вироб. прим.	250000	15	1	3125
Комп'ютери	12000	4	2	300
Багатоцільовий з ЧПК HAAS VF1	480000	10	1	6624
Всього:				$A_{обл} = 12299$

Витрати на матеріали, у вартісному вираженні розрахуємо окремо по кожному виду матеріалів за формулою:

$$M = \sum_{j=1}^n H_j \cdot C_j \cdot K_j - \sum_{j=1}^n B_j \cdot C_{ej}, \quad (3.6)$$

де H_j – норма витрат матеріалу j -го найменування, кг;

n – кількість видів матеріалів;

C_j – вартість матеріалу j -го найменування, грн./кг;

K_j – коефіцієнт транспортних витрат, ($K_j=1,1 \dots 1,15$);

B_j – маса відходів j -го найменування, кг;

C_{ej} – вартість відходів j -го найменування, грн./кг.

Проведені розрахунки зводимо до таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Витрати на матеріали

Найменування матеріалу	Ціна за кг., грн.	Витрач., кг	Величина відходів, кг	Ціна відходів, грн.	Коеф.	Вартість витраченого матеріалу, грн.
СЧ18	29,5	3,2	4,12	3,9	1,15	30,8
Всього						30,8

Витрати на комплектуючі вироби, які використовують при розробці одиниці нового технічного рішення, розраховуються, згідно їх номенклатури, за формулою:

$$K_e = \sum_{j=1}^n H_j \cdot C_j \cdot K_j, \quad (3.7)$$

де H_j – кількість комплектуючих;

C_j – покупна ціна комплектуючих;

K_j – коефіцієнт транспортних витрат, ($K_j=1,1 \dots 1,15$).

Таблиця 3.7 – Витрати на комплектуючі

Найменування інструменту	Кількість	Ціна за штуку, грн.	Сума, грн.
Різець розточний №1	15	15,00	247,50
Різець розточний №2	10	20,00	220,00
Зенківка	10	22,00	121,00
Зенкер	5	25,00	137,50
Свердлило спіральне	3	7,50	24,75
Всього			750,75

Враховуючи коефіцієнт витрат на транспортування витрати на комплектуючі дорівнюватимуть $K_e = 750,75 \cdot 1,1 = 825,83$ грн.

Витрати на силову електроенергію розраховуються за формулою:

$$B_e = B \cdot П \cdot \Phi \cdot K_{\Pi}, \quad (3.8)$$

де B – вартість 1 кВт-год. Електроенергії ($B = 2,55$ грн./кВт);

Π – установлена потужність обладнання, кВт;

Φ – фактична кількість годин роботи обладнання, годин;

K_{Π} – коефіцієнт використання потужності; $K_{\Pi} < 1$.

Таблиця 3.8 – Витрати на електроенергію

Найменування обладнання	Встановлена потужність, кВт.	Тривалість роботи, год.	Коефіцієнт використання потужності	Сума, грн.
Освітлення офісних приміщень	0,8	420	0,95	813,96
Освітлення вироб. приміщень	2	25	0,95	121,13
Комп'ютерна техніка	1	420	0,7	695,18
Верстати та інше обладнання	23	0,219	0,9	11,56
				$B_e = 1641,83$

Інші виробничі витрати доцільно прийняти як (100...300)% від суми основної заробітної плати розробників та робітників, які приймали участь в розробці нового технічного рішення. Величину витрат розраховують за формулою:

$$B_{in} = 2 (Z_p + Z_o) = 2 \cdot (26,42 + 13619,4) = 27291,6 \text{ (грн.)}$$

Тоді визначаємо вкладення на розробку конструкторського технічного рішення відповідно до формули (3.1) будуть дорівнювати:

$$K = 13619,4 + 26,42 + 1637,5 + 3362,33 + 12299 + 30,8 + 825,83 + \\ + 1641,83 + 27291,6 = 60734,71 \text{ (грн.)}$$

Виконуємо розрахунок загальних витрат на виконання даної роботи.

Загальна вартість всієї наукової роботи визначається за B_{zag} формулою:

$$B_{zag} = \frac{B_{in}}{\alpha}, \quad (3.9)$$

де α – частка витрат, які безпосередньо здійснює виконавець даного етапу роботи, у відповідних одиницях, в данному випадку $\alpha = 0,9$.

Тоді

$$B_{zag} = B_{in} / \alpha = 27291,6 / 0,9 = 30324 \text{ (грн.)}$$

Виконуємо прогнозування загальних витрат на виконання та впровадження результатів виконаної наукової роботи. Прогнозування загальних витрат ZB на виконання та впровадження результатів виконаної наукової роботи здійснюється за формулою:

$$ZB = B_{zag} / \beta = 30324 / 0,7 = 43320 \text{ (грн.)}$$

де $\beta = 0,7$ – коефіцієнт, який характеризує етап (стадії розробки промислового зразка) виконання даної роботи.

3.3. Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки

За приблизними розрахунками на виконання науково-дослідної роботи та впровадження її результатів, а також отримання прибутків необхідно 6 місяці.

Позитивний ефект прогнозується одразу після впровадження розробки у виробництво, і за рахунок досить якісної зміни характеристик у порівнянні із аналогами актуальність нова розробка буде мати у продовж, мінімум, п'яти років.

В результаті дослідження виробництв де використовується схожі вироби, можна припустити, що провадження нової розробки дозволить у порівнянні з аналогами збільшити кількість оброблюваних деталей на 20% за перший рік, на 15% в другий, та на 10% у кожен послідуєчий за рахунок збільшення швидкості та якості роботи.

Приблизний час роботи виробу в рік (за умови використання в дві зміни) складає 3000 год., одна година технологічної обробки деталей для аналогів коштує 20 грн., а прибуток складає 8 грн./год. З цих даних можна розрахувати економічний ефект від впровадження розробки на підприємстві.

Розрахунок проводимо за формулою:

$$\Delta\Pi_i = \sum_1^n (\Delta\Pi_y \cdot N + \Pi_y \Delta N)_i, \quad (3.10)$$

де $\Delta\Pi_y$ – покращення основного якісного показника від впровадження результатів розробки у даному році, $\Delta\Pi_y = 20 \cdot 0,4 = 8$ грн;

N – основний кількісний показник, який визначає діяльність

підприємства у даному році до впровадження результатів наукової розробки;

ΔN – покращення основного кількісного показника діяльності підприємства від впровадження результатів розробки;

$\Pi_{я}$ – основний якісний показник, який визначає діяльність підприємства у даному році після впровадження результатів наукової розробки;

n – кількість років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від впровадження розробки.

Збільшення чистого прибутку протягом першого року (значення ділимо на два, оскільки прибуток отримується із середини року):

$$\Delta\Pi_1 = 0.5 \cdot (8 \cdot 3000 + (8 + 8) \cdot 3000 \cdot 0.2) = 16800 \text{ (грн.)}$$

Збільшення чистого прибутку протягом другого року:

$$\Delta\Pi_2 = 8 \cdot 3000 + (8 + 8) \cdot 3000 \cdot 0.2 \cdot 1.15 = 35040 \text{ (грн.)}$$

Збільшення чистого прибутку протягом третього року:

$$\Delta\Pi_3 = 8 \cdot 3000 + (8 + 8) \cdot 3000 \cdot 0.2 \cdot 1.15 \cdot 1.1 = 36144 \text{ (грн.)}$$

Збільшення чистого прибутку протягом четвертого року:

$$\Delta\Pi_4 = 8 \cdot 3000 + (8 + 8) \cdot 3000 \cdot 0.2 \cdot 1.15 \cdot 1.1^2 = 373584 \text{ (грн.)}$$

Збільшення чистого прибутку протягом п'ятого року:

$$\Delta\Pi_5 = 8 \cdot 3000 + (8 + 8) \cdot 3000 \cdot 0.2 \cdot 1.15 \cdot 1.1^3 = 38694,24 \text{ (грн.)}$$

3.4. Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності

Основними показниками, які визначають доцільність фінансування наукової розробки певним інвестором, є абсолютна і відносна ефективність вкладених інвестицій та термін їх окупності. Розрахунок ефективності

вкладених інвестицій передбачає проведення таких робіт.

1. Розраховують теперішню вартість інвестицій PV , що вкладаються в наукову розробку. Такою вартістю ми можемо вважати прогнозовану величину загальних витрат $ЗВ$ на виконання та впровадження результатів дослідження, що складає 43320 грн. Для спрощення подальших розрахунків будують вісь часу, на яку наносять всі платежі (інвестиції та прибутки), що мають місце під час виконання науково-дослідної роботи та впровадження її результатів. Платежі показуються у ті терміни, коли вони здійснюються.

Отже загальні витрати $ЗВ$ на виконання та впровадження результатів роботи становлять 43320 грн. Результати вкладених у наукову розробку інвестицій почнуть виявлятися через шість місяців і впродовж п'яти років від початку розробки впровадження.

Тоді рисунок, що характеризує рух платежів (інвестицій та додаткових прибутків) буде мати вигляд, наведений на рисунок 3.1.

Розраховуємо абсолютну ефективність вкладених інвестицій $E_{абс}$. Для цього користуються формулою:

$$E_{абс} = (ПП - PV), \quad (3.11)$$

де $ПП$ – приведена вартість всіх чистих прибутків, що їх отримає підприємство (організація) від реалізації результатів наукової розробки, грн;

PV – теперішня вартість інвестицій $PV = ЗВ$, грн.

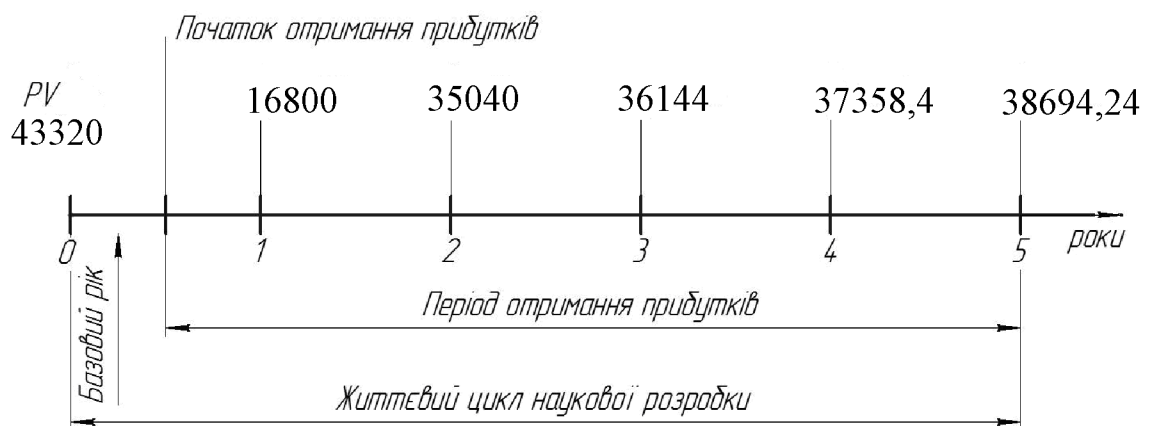


Рисунок 3.1 – Вісь часу з фіксацією платежів, що мають місце під час

розробки та впровадження результатів НДДКР

У свою чергу, приведена вартість всіх чистих прибутків ПП розраховується за формулою:

$$ПП = \sum_1^t \frac{\Delta\Pi_i}{(1 + \tau)^t}, \quad (3.12)$$

де $\Delta\Pi_i$ – збільшення чистого прибутку у кожному із років, протягом яких виявляються результати виконаної та впровадженої НДДКР, грн;

t – період часу, протягом якого виявляються результати впровадженої НДДКР, роки;

τ – ставка дисконтування, за яку можна взяти щорічний прогнозований рівень інфляції в країні; для України цей показник знаходиться на рівні 0,1;

t – період часу (в роках) від моменту отримання чистого прибутку до точки «0».

Якщо $E_{abc} \leq 0$, то результат від проведення наукових досліджень та їх впровадження буде збитковим і вкладати кошти в проведення цих досліджень ніхто не буде.

Якщо $E_{abc} > 0$, то результат від проведення наукових досліджень та їх впровадження принесе прибуток, але це також ще не свідчить про те, що інвестор буде зацікавлений у фінансуванні даного проекту (роботи).

Розрахуємо абсолютну ефективність інвестицій, вкладених у реалізацію проекту. Домовимося, що ставка дисконтування τ дорівнює 0,1.

Таким чином, отримаємо:

$$ПП = \frac{16800}{(1 + 0,1)^2} + \frac{35040}{(1 + 0,1)^3} + \frac{36144}{(1 + 0,1)^4} + \frac{37358,4}{(1 + 0,1)^5} + \frac{38694,24}{(1 + 0,1)^6} = 109948,58 \text{ (грн)}.$$

Тоді $E_{abc} = (109948,58 - 43320) = 66628,58$ грн.

Оскільки $E_{abc} > 0$, то вкладання коштів на виконання та впровадження

результатів НДДКР може бути доцільним.

Розраховуємо відносну (щорічну) ефективність вкладених в наукову розробку інвестицій E_B . Для цього користуються формулою:

$$E_e = T_{ж} \sqrt[1 + \frac{E_{абс}}{PV}]{} \quad (3.13)$$

де $E_{абс}$ – абсолютна ефективність вкладених інвестицій, грн;

PV – теперішня вартість інвестицій $PV = 3B$, грн;

$T_{ж}$ – життєвий цикл наукової розробки, роки.

Далі, розрахована величина E_B порівнюється з мінімальною (бар'єрною) ставкою дисконтування $\tau_{мін}$, яка визначає ту мінімальну дохідність, нижче за яку інвестиції вкладатися не будуть. У загальному вигляді мінімальна (бар'єрна) ставка дисконтування $\tau_{мін}$ визначається за формулою:

$$\tau = d + f, \quad (3.14)$$

де d – середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках; в 2022 році в Україні $d = (0,10...0,25)$;

f – показник, що характеризує ризикованість вкладень; зазвичай, величина

$f = (0,05...0,1)$, але може бути і значно більше.

Якщо величина $E_B > \tau_{мін}$, то інвестор може бути зацікавлений у фінансуванні даної наукової розробки. В іншому випадку фінансування наукової розробки здійснюватися не буде.

Спочатку спрогнозуємо величину $\tau_{мін}$. Припустимо, що за даних умов $\tau_{мін} = 0,1 + 0,05 = 0,15$.

Тоді відносна (щорічна) ефективність вкладених інвестицій в проведення наукових досліджень та впровадження їх результатів складе:

$$E_e = T_{ж} \sqrt[1 + \frac{E_{абс}}{PV}]{} - 1 = \sqrt[1 + \frac{66628,58}{43320}]{} - 1 = 0,262 \text{ або } 26,2 \%$$

Оскільки $E_B = 26,2\% > \tau_{\text{мін}} = 0,15 = 15\%$, то інвестора може зацікавити вкладання капіталу в дану розробку.

Розраховуємо термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій. Термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій $T_{\text{ок}}$ можна розрахувати за формулою:

$$T_{\text{ок}} = \frac{1}{E_B}. \quad (3.15)$$

Якщо $T_{\text{ок}} < 3...5$ -ти років, то фінансування даної наукової розробки в принципі є доцільним. В інших випадках потрібні додаткові розрахунки та обґрунтування. Термін окупності вкладених у реалізацію проекту інвестицій $T_{\text{ок}}$ складе:

$$T_{\text{ок}} = 1 / 0,262 = 3,82 \text{ років,}$$

що свідчить про можливу доцільність фінансування даної розробки.

3.5. Висновки до економічної частини

При оцінці економічної ефективності наукового дослідження було визначено комерційний потенціал дослідження та розраховано кошторис капітальних витрат на розробку нового технічного рішення, на його виробництво та впровадження, а також оцінено економічну ефективність інноваційного рішення.

Комерційний потенціал дослідження за результатами опитування експертів було визначено як вище середнього. Визначення капітальних витрат на розробку нового технічного рішення включало витрати на основну заробітну плату розробників (13619,4 грн.) і робітників (26,42 грн. на виготовлення одиниці продукції), а також додаткову заробітну плату (1637,5

грн.), амортизацію обладнання (12299 грн), витрати на електроенергію (2379,97 грн), матеріали (30,8 грн. на одиницю продукції) і таке інше. В розрахунку економічної ефективності було виконано прогнозування загальних витрат на виконання та впровадження результатів наукової роботи, що склали 43320 грн., спрогнозовано комерційний ефект від реалізації результатів розробки та ефективність (26,2%/рік) вкладених інвестицій і періоду їх окупності (3,82 років). За результатами всіх розрахунків було виявлено доцільність проведення даної наукової роботи оскільки вона є економічно доцільною.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

На ділянці механічної обробки удосконалення верстатного пристосування для багатоцільової операції з ЧПК технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус 21.10» діють шкідливі і небезпечні фактори фізичної, психофізіологічної груп.

Фізичні небезпечні і шкідливі виробничі фактори: рухомі машини і механізми, рухомі частини виробничого обладнання, вироби які переміщуються - заготовки, матеріали; підвищена температура поверхонь обладнання і матеріалів; підвищена або понижена температура повітря робочої зони; підвищений рівень шуму та вібрації на робочому місці; підвищена або понижена вологість повітря; відсутність достатньої кількості природного світла; недостатнє освітлення робочої зони; гострі кромки, заусенці і шорсткість на поверхнях заготовок, інструментів, обладнання.

Хімічні шкідливі і небезпечні виробничі фактори, що проникають в організм людини через органи дихання, шкіряні покриви та слизисту оболонку: токсичні; подразнюючі.

Психофізіологічні небезпечні і шкідливі виробничі фактори: а) фізичні перевантаження: статичні; динамічні; б) нервово - психічні перевантаження; - монотонність праці.

Заходи по техніці безпеки. Безпека технологічних процесів залежить від виробничого обладнання, матеріалів, які використовуються і технологічних операцій. На підвищення безпеки технологічних операцій впливають гігієнічні умови праці виробничого приміщення, раціональне освітлення робочого місця, шумовий мікроклімат, загазованість і запиленість повітряного середовища та ін. фактори.

Безпека виробничого обладнання забезпечується правильним вибором

принципу дії, кінематичних схем, конструкторських рішень, параметрів робочих процесів, використання засобів механізації та автоматизації, дотримання екологічних вимог з внесеннями спеціальних вимог в технічну документацію.

Для забезпечення безпеки повинні передбачатись пристрої, які включають можливість попадання робітників в небезпечну зону дії обладнання. Конструктивні частини обладнання повинні виключати можливість їх випадкового пошкодження, що викличе небезпеку. Використання нових матеріалів, які не пройшли перевірку на гігієнічність, вибухопожежонебезпеку не допускається. Обладнання не повинно служити джерелом виділення в робочу зону шкідливих речовин вище ГДК. Обладнання повинно укомплектовуватись датчиками сигналізації про порушення норм режиму роботи, а в окремих випадках датчиками аварійної зупинки. Органи керування повинні забезпечувати надійність пуску і шкідливої зупинки, зусилля, які до них прикладаються повинні бути невеликими.

4.2 Мікроклімат та склад повітря робочої зони

Інтенсивність теплового випромінювання, не повинна перевищувати 100 Вт/м при опроміненні не більше 25% поверхні тіла.

Оптимальні і допустимі показники температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень повинні відповідати значенням вказаним в таблиці 4.1.

Вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони, окисів металу та випарів ЗОР, не повинен перевищувати граничне допустимих концентрацій (ГДК), які використовуються при проектуванні виробничих приміщень (будівель), обладнання, технологічних процесів, вентиляції, для контролю за якістю виробничого осередку і вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони підлягає періодичному контролю, для запобігання можливості

перевищення граничне допустимих концентрацій.

В наслідок роботи інструменту та обладнання при більшості операцій механічної обробки виникає виробничий пил, який може викликати професійні захворювання. Крім захворювань запиленість викликає підвищення зношування поверхонь тертя. Головним засобом боротьби з пилом та шкідливими речовинами є вентиляція. В нашому цеху використовуємо природну та механічну вентиляцію. При природній вентиляції повітрообмін проходить за рахунок різниці температур повітря в приміщенні і зовні, а також в результаті дії швидкості повітря. В якості природної вентиляції використовуємо неорганізовану вентиляцію, при якій постування і видалення повітря проходить через нещільності і пори зовнішніх огорожень, через вікна. В якості механічної використовуємо приточно-витяжну вентиляцію, яка забезпечує видалення шкідливих речовин і подачу в цех чистого повітря.

Перепад температури повітря по висоті робочої зони при всіх категоріях робіт допускається до 3°C.

Таблиця 4.1 – Показники мікроклімату

Період робіт	Категорія робіт	Температура, °C				Відносна вологість %		Швидкість руху повітря, м/хв		
		допуст.				оптим.	допуст.	оптим.	допуст.	
		В.М.	Н.М.	В.М.	Н.М.					На робочих місцях
		оптим.	не постійні	не постійні	не постійні					
Холодний	ІБ	17-19	21	23	15	13	40-60	75	0,2	0,4
Теплий	ІБ	20-22	27	29	16	15	40-60	70	0,3	0,2-0,5

4.3 Виробниче освітлення

Виробничі приміщення промислових підприємств по задачах зорових

робіт відносяться до першої групи приміщень, в яких відбувається розпізнавані об'єктів зорової роботи при фіксованому напрямку лінії зору працюючих і робочу поверхню.

Характеристика зорових робіт-дуже високої точності (розміри об'єкт розпізнавання 0,15-0,3 мм);

- розряд зорових робіт - II;
- під розряд зорових робіт - в;
- контраст об'єкта розпізнавання з фоном - середній;
фон - середній.

Природне освітлення (KEO_{II} , e_n^{III} , %);

при боковому освітленні $e_n^{III} = 2,5\%$.

Суміщене освітлення - при боковому освітленні, $e_n^{III} = 1,5\%$.

$$e_n^{IV} = e_n^{III} \cdot m \cdot c,$$

де e_n^{III} – значення коеф. природного освітлення в III поясі світлового клімату;

m – коефіцієнт світлового клімату;

c – коефіцієнт сонячності клімату.

Природне освітлення: $e_n^{IV} = 2,5 \cdot 0,9 \cdot 0,75 = 1,68\%$.

При виконанні робіт IIв розряду слід приймати систему комбінованого освітлення $E=2000$ лк.

Освітлення робочої поверхні, що здійснюється світильниками загального освітлення в системі комбінованого повинно складати 10% від тієї, що нормується для комбінованого освітлення при тих джерелах світла, що використовується для місцевого освітлення (лампи розжарювання).

При цьому найменші і найбільші значення освітленості від світла загального освітлення в системі комбінованого приймаємо для люмінесцентних ламп:

- найбільша 500 лм;

- найменша 150 лм.

Для загального освітлення в системі комбінованого слід передбачити газорозрядні лампи, незалежно від типу джерела світла місцевого освітлення.

Для загального освітлення слід приймати мінімальну нерівномірність освітленості в зоні розташування робочих місць, при цьому відношення максимальної освітленості до мінімальної не повинна перевищувати для робіт II розряду при люмінесцентних лампах – 1,5.

Освітлення проходів і дільниць, де роботи не виконуються повинно складати - 25% освітлення, що створюється світильниками загального освітлення на робочому місці, але не менше 75 лк.

Показник засліпленості для світильників загального освітлення в приміщеннях не повинен перевищувати - 20.

Аварійне освітлення передбачається якщо відключення робочого освітлення може викликати:

- порушення норм обслуговування обладнання;
- тривале порушення технологічного процесу;
- порушення роботи установок вентиляції і кондиціонування повітря для виробничих приміщень.

4.4 Виробничі віброакустичні коливання

Допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку на робочих місцях в виробничих приміщеннях і на територіях підприємств представлені в таблиці 2.

В якості акустичних засобів захисту від шуму застосовуються:

- звукопоглинаючі обшивки на редукторах приводів - корпус коробки швидкостей;
- звукоізоляція каналів витяжної вентиляції багат шаровими перегородками,
- звукоізолюючі кожухи на клинопасових передачах. Коли ці засоби

виявляються не ефективними, потрібно використовувати засоби індивідуального захисту від шуму: шлеми, беруші.

Таблиця 4.2 – Нормування значень рівнів шуму

Рівень звукового тиску, дБ, в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц.									Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку, дБ(А)
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Виробничі вібрації.

Санітарні норми одночислових показників вібраційного навантаження оператора для довговічності зміни вісім годин приведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Категорія вібрації по санітарним нормам і критерії оцінки

Категорія вібрації і критерій оцінки	Характеристика умов праці	Приклад джерел вібрації
3 тип "а" границя зниження продуктивності праці	Тех. вібрація, що впливає на операторів стаціонарних машин і обладнання	Верстати, вентилятори, електрообладнання

Таблиця 4.4 – Санітарні норми одночислових показників вібраційного навантаження на оператора для зміни в 8 год

Вид вібрації	Категорія вібрації по сан. нормам	Напрямок дії	Нормативні і кореговані частоти і еквівалентні кореговані значення			
			Віброприскорення		Віброшвидкість	
			мс ²	дБ	мс	дБ
локальна	-	X _л Y _л Z _л	2,0	126	2,0	112
загальна	3 тип „а”	Z _з Y _з X _з	0,1	100	0,2	90

Якщо вище наведенні норми не забезпечуються то застосовують методи колективного захисту, що знижують параметри вібрації у напрямку її поширення.

4.5 Технічні рішення щодо безпечного виконання робіт

4.5.1 Технічні рішення щодо безпечної організації робочих місць

Приміщення є вогнестійкими і оснащені приточно-витяжною вентиляцією, яка забезпечує задовільний стан повітряного середовища.

Робочі місця оснащуються місцевою витяжною вентиляцією.

Штучне освітлення, електропроводку і інше обладнання виконуються в вибухонебезпечному стані.

Висота стелі повина бути не меншою за 3,2 метри.

Підлогу роблять твердою, негорючою, не слизькою і рівною.

Вхідні двері оббиваються листовою-сталлю і відкриваються назовні. Інтер'єр приміщення дільниці фарбують в світлий колір з дифузійним відбиттям світла. Пости знаходяться на відстані 4-10 м від місця де знаходяться горючі матеріали.

Вимоги до виробничих та допоміжних приміщень. Будівлі повинні відповідати вимогам:

- площа виробничого приміщення на одного працюючого - 4,5 м²;
- об'єм виробничого приміщення на одного працюючого - 15 м³;
- висота цеху - 3,5м.

Ремонтні майстерні, інструментальні кладові, службові приміщення повинні розташовуватись в добудованих до основної будівлі.

Згідно зі [1] допоміжні приміщення потрібно розташовувати в добудованих до виробничих будівель в місцях з найменшою дією небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Висота допоміжних приміщень, розташованих в виробничих будівлях, повинна бути не менше 2,4 м.

4.5.2 Електробезпека

В цехах існує небезпека ураження, так як в механічних цехах експлуатується обладнання, з використанням електричного струму високої

напруги. В даному приміщенні наявні такі небезпечні фактори: наявність струмопровідних основ; можливість одночасного дотику людини до металоконструкції які мають з'єднання з землею будівель, технологічних апаратів, допоміжних механізмів з одного боку і до металічних корпусів електрообладнання з іншого.

Електрообладнання живиться від трифазних чотири-провідних мереж з заземленою нейтраллю споживчого трансформатора напругою до 1000 В (380/220В).

Виходячи з вище перелічених факторів і згідно ГОСТ 12Л.013-78, це приміщення можна класифікувати як приміщення особливо небезпечні. Тому для захисту обслуговуючого персоналу згідно ГОСТ 2Л.030-80 вибираємо такі спосіб захисту, як занулення та захисне заземлення.

На випадок обриву нульовий провід повторно заземлюється через кожних 2 метрів та перед вводом в будівлю.

Виробництво на даній ділянці відноситься до категорії "Д", яка характеризується наявністю тільки негорючих матеріалів і речовин в холодному стані.

По ступеню вогнестійкості дана ділянка відноситься до II-го ступеню вогнестійкості, в якому приміщення з несучими і огорожуючими конструкціями виконано з природного або штучного матеріалу - бетону чи залізобетону.

Таблиця 4.5 – Мінімальні межі вогнестійкості приміщення

Максимальна границя вогнестійкості / максимальна границя							
Стіни				Колони	Драбінні площадки, балкони	Плити, ін. несучі конструкції перекриття	Елементи покриття
Несучі	Самонеучі	Зов. несучі	Внут. несучі				
2/0	1/0	0,25/0	0,25/0	2/0	1/0	0,75/0	0,5/0

При розміщенні в одному будинку технічних процесів з різною вибухопожежонебезпекою слід передбачити засоби по попередженню вибуху і пожежі. Такі приміщення необхідно відділяти одне від одного, а також від коридорів протипожежними перегородками слідує типів: в будівлі I ступеня вогнестійкості - протипожежними перегородками і перекриттями. Відстань до евакуаційних виходів для категорії приміщення I ступеня вогнестійкості не обмежуються густиною людського потоку в загальному проході. Кількість евакуаційних виходів слід приймати не менше 2. при проектуванні виробничого приміщення передбачаємо безпечну евакуацію людей на випадок виникнення пожежі: висота від підлоги до низу виступаючих конструкцій повинна бути не менше 2,2 м, висота від підлоги до низу виступаючих частин комунікацій і обладнання в місцях регулярного знаходження людей і на шляхах евакуації - не менше 2 м.

Для запобігання пожеж в цеху необхідно провести ряд заходів безпеки, а саме:

- встановити пожежні сповісники;
- проводити своєчасні профілактичні огляди і випробування обладнання;
- оснащення діляниць засобами пожежегасіння, встановити новий комплект пожежного щита, забезпечити вільний доступ до пожежного інвентаря.

Таблиця 4.6. – Відстань від найбільш віддаленого робочого місця до виходу з приміщення

Категорія приміщення	Об'єм приміщення	Ступінь вогнестійкості будівлі	Відстань, (м) при щільності людського потоку в загальному проході, чол/м ²		
			До 1	Більше 1 до 3	Більше 3 до 5
Д	Незалежно від об'єму	III	не обмежується		

4.6 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Спеціальна обробка включає знезараження поверхонь і санітарну обробку особового складу. Знезараження передбачає перш за все механічне

видалення, а також нейтралізацію хімічним, фізичним способами шкідливої речовини і знищення хвороботворних мікробів, загрозливих здоров'ю і життю людей, і включає виконання таких робіт, як дезактивація, дегазація, дезінфекція засобів індивідуального захисту, одягу, предметів постійного користування, інструментів, технічних і транспортних засобів.

Спеціальна обробка може бути повною або частковою.

Часткову спеціальну обробку особовий склад формувань ЦЗ проводить по розпорядженню командира (керівника) без припинення виконання поставлених завдань. Вона включає обробку відкритих ділянок тіла людини, одягу, засобів індивідуального захисту, органів дихання, а також обробку інструменту, окремих ділянок поверхні технічних і транспортних засобів, з якими особовий склад постійно стикається в ході виконання робіт.

Повну спеціальну обробку особового складу формувань ЦЗ і населення проводять на пунктах спеціальної обробки по розпорядженню старшого начальника ЦЗ після виходу із зон зараження, а також після виходу з районів проведення робіт. Вона включає проведення в повному об'ємі дегазації, дезактивації і дезінфекції технічних транспортних засобів, засобів індивідуального захисту, одягу, взуття, устаткування, інструментів і інших матеріальних засобів, а також санітарну обробку людей. Об'єм робіт при повній спеціальній обробці залежить від вигляду і умов зараження, а також від ступеня захищеності людей. Повна спеціальна обробка проводиться: у районах розташування сил ЦЗ; у призначених районах спеціальної обробки (PCO).

У районах спеціальної обробки розгортання відповідних підрозділів радіаційного та хімічного захисту може проводитися: завчасно, до підходу; з ходу, коли сили ЦЗ або населення вже знаходяться в призначеному районі.

Район спеціальної обробки – це ділянка місцевості, на якій здійснюється підготовка до проведення, проведення повної спеціальної обробки і підготовка до виконання подальших завдань. PCO призначається по можливості на незараженій місцевості на маршрутах висунення сил ЦЗ і

населення із зон зараження. Він включає: район очікування; один або декілька пунктів спеціальної обробки; район збору. Район очікування – призначається для підготовки частин, підрозділів, формувань і населення до проведення спеціальної обробки і організації взаємодії. Район збору – призначається для підготовки оброблених підрозділів до виконання подальших завдань.

Для пункту спеціальної обробки вибираються ділянки місцевості з природними укриттями, поблизу джерел води із зручними шляхами під'їзду і виїзду. Кількість майданчиків обробки визначається складом підрозділу і формування ЦЗ і наявністю у них відповідних засобів спеціальної обробки. Кількість і розміщення майданчиків здійснюється з урахуванням характеру місцевості, можливості руху сил ЦЗ, населення і забезпечення максимальної продуктивності машин спеціальної обробки.

Особливість організації і проведення спеціальної обробки силами формувань радіаційного і хімічного захисту обумовлена в першу чергу тим, що серед сил радіаційного і хімічного захисту немає таких формувань, які самостійно можуть розвернути пункт спеціальної обробки зі всіма його елементами. Це привело до того, що пункти спеціальної обробки як такі силами одного формування радіаційного і хімічного захисту не розгортаються.

4.7 Висновки до розділу 4

Розроблено заходи забезпечення умов праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях під час виготовлення деталі «Корпус 21.10». Розглянуто організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, а також організаційно-технічні рішення щодо забезпечення безпечної роботи. Крім цього проведено аналіз умов пожежної безпеки під час виготовлення деталі «Корпус 21.10».

ВИСНОВКИ

Отже в результаті виконання магістерської кваліфікаційної роботи визначено, що деталь «Корпус 21.10» є технологічною, а тип виробництва деталі – середньосерійний. На основі розрахованих техніко-економічних показників способів отримання заготовки деталі «Корпус 21.10» визначення, що найраціональнішим є спосіб лиття в піщано-глинисті форми з машинним формуванням за металевими моделями. Виконано проектування послідовностей обробки поверхонь заготовки та операційного технологічного процесу виготовлення деталі. Виконано вибір верстатного обладнання HAAS VF-1 та визначено режими різання для всіх переходів технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус 21.10».

Для удосконалення верстатного пристосування виконано розрахунки та проектування конструкції верстатного пристосування для закріплення деталі на багатоцільовій операції механічної обробки деталі «Корпус 21.10». Проведено удосконалення параметрів силового приводу затискного пристрою верстатного пристосування на основі визначеного алгоритму розрахунків режимів різання та сили закріплення.

В магістерській кваліфікаційній роботі розраховані основні економічні показники забезпечення виготовлення деталі «Корпус 21.10», що дозволило забезпечити економічний ефект від реалізації вкладених інвестицій з періодом окупності 3,82 років. Розроблено заходи забезпечення умов праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях під час виготовлення деталі «Корпус 21.10».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Балакшин Б. С. Основы технологии машиностроения / Б. С. Балакшин. — М. : Машиностроение, 1969. — 358 с.
2. Барановський Ю.В. Режимы резания металлов: Справочник. [Ю. В. Барановський, Л. А. Брахман, Ц. З. Бродский и др.] ; / под ред. Ю.В. Барановського. — М. : Машиностроение, 1972. — 407 с.
3. Горбацевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А. Ф. Горбацевич, В. А. Шкред. — Минск : Вышэйшая школа, 1983.— 256 с.
4. Гусев А. А. Технология машиностроения (специальная часть) [А. А. Гусев, Е. Р. Ковальчук, Н. М. Колесов и др.]. — М. : Машиностроение, 1986. — 480 с.
5. Допуски и посадки. Справочник в 2 ч. / [Мягков В. Д., Палей М. А., Романов А. Б. и др.]. — Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, Ч. 1. — 1983. — 543 с.
6. Допуски и посадки : справочник в 2 ч. / [Мягков В. Д., Палей М. А., Романов А. Б. и др.]. — Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, Ч. 2.— 1983. — 448 с.
7. Дусанюк Ж. П. Проектування та виробництво заготовок деталей машин / Ж. П.Дусанюк, С. В. Дусанюк. — Вінниця : ВНТУ, 2004. — 90 с.
8. Дусанюк Ж. П. Проектування та виробництво заготовок деталей машин. Литі заготовки: навчальний посібник / [Ж. П.Дусанюк, О. П. Шиліна, С. В. Репінський та ін.]. — Вінниця : ВНТУ, 2009. — 199 с.
9. Комиссаров В. И. Точность, производительность и надежность в системе проектирования технологических процессов / В. И. Комиссаров, В. И. Леонтьев. М. : Машиностроение, 1985. — 224 с.
10. Маталин А. А. Технология машиностроения / А. А. Маталин. — Л. : Машиностроение, 1985. — 496 с.
11. Методичні вказівки до контрольних робіт з дисципліни “Основи виробництва машин” / Уклад. Ж. П. Дусанюк. – Вінниця : ВДТУ, 2000. – 199 с.
12. Методичні вказівки до оформлення курсових проектів (робіт) для

студентів всіх спеціальностей / Уклад. Г. Л. Лисенко, А. Г. Буда, Р. Р. Обертюх, — Вінниця : ВНТУ, 2006. — 58 с.

13. Обработка металлов резанием. Справочник технолога. / [Панов А. А., Аникин В. В., Бойм Н. Г. и др.] ; под общ. ред. А. А. Панова. — М. : Машиностроение, 1988. — 736 с.

14. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования: Серийное производство. М. : Машиностроение, 1974. — 421 с.

15. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с программным управлением. Часть II. Нормативы режимов резания. — М. : Экономика, 1990. — 473 с.

16. Безопасность производительных процессов: Справочник / Под общ. Ред. С.В.Белова. – М.: Машиностроение, 1985. - 448с.

17. Справочник по гигиене труда. Под ред. Карпова Б.Д., Ковшило В.Е. –Л.: Медицина, 1976, 536с.

18. Охрана труда в машиностроении / Под ред. Е.Я. Юдина. М.: Машиностроение, 1983. – 432с.

19. Справочник по охране труда на промышленном предприятии / К.Н. Ткачук и др. – К.: Техника, 1991. – 285с.

20. Автоматизация розрахунку параметрів комбінованих ексцентрикових затискних пристроїв [електронний ресурс] / Ю.А. Буренніков, О.В. Петров, І.І. Власенко // LI науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області, відбулася 31 травня, 2022. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2022/paper/view/16210/13641>.

ДОДАТКИ

Додаток А

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ
зав. кафедри ТАМ
д.т.н., професор Козлов Л.Г.

(підпис)
« ____ » _____ 2022 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на магістерську кваліфікаційну роботу

УДОСКОНАЛЕННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ
БАГАТОЦІЛЬОВОЇ ОПЕРАЦІЇ З ЧПК ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ «КОРПУС 21.10»

08-26.МКР.001.00.000 ТЗ

Керівник роботи: к.т.н., професор каф. ТАМ

Буренніков Ю.А. _____
« ____ » _____ 2022 р.

Виконавець: студент 2 курсу, групи 1ПМ-20мз
спеціальності 131 – «Прикладна механіка»

Власенко І.І. _____
« ____ » _____ 2022 р.

1. Підстава для виконання магістерської кваліфікаційної роботи (МКР)

а) потреба в удосконаленні верстатного пристосування для вертикально-свердлильної операції технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус 21.10»;

б) наказ про затвердження теми магістерської кваліфікаційної роботи.

2. Мета і призначення МКР

а) мета – удосконалити верстатне пристосування за допомогою технічних рішень та прикладних мов програмування;

б) призначення розробки – верстатні пристосування металообробних верстатів.

3. Вихідні дані для виконання МКР

Технічне креслення та річна програма випуску деталі «Корпус 21.10».

4. Вимоги до виконання МКР

У роботі необхідно представити аналіз схем установаження та закріплення деталі, а також розрахувати силові параметри; розрахунок пристосування на точність та міцність; аналіз залежності сили різання та закріплення від встановлених режимів різання; аналіз значень сили закріплення та діаметра гвинтового затискача в залежності від зміни одного із параметрів.

5. Етапи МКР та очікувані результати

№ етапу	Назва етапу	Термін виконання		Очікувані результати
		початок	кінець	
1	Огляд літературних джерел наукового та технічного характеру за темою роботи	28.03.2022	08.06.2022	Формування мети та задач роботи
2	Підготовка технологічного розділу	28.03.2022	08.06.2022	Об'єкт дослідження, розділ 1
3	Підготовка розділу проектування та удосконалення верстатного пристосування	28.03.2022	08.06.2022	Розділ 2, публікація результатів
4	Підготовка економічної частини	28.03.2022	08.06.2022	Розділ 3, апробація
5	Підготовка розділу з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	28.03.2022	08.06.2022	Розділ 4
6	Оформлення пояснювальної записки, графічного матеріалу та презентації	08.06.2022.	10.06.2022.	пояснювальна записка

6. Матеріали, що подаються до захисту МКР

Пояснювальна записка МКР, графічні і ілюстративні матеріали, відзив наукового керівника, відзив рецензента, анотації до МКР українською та іноземною мовами.

7. Порядок контролю виконання та захисту МКР

Виконання етапів графічної та розрахункової документації МКР контролюється науковим керівником згідно зі встановленими термінами. Захист МКР відбувається на засіданні Державної екзаменаційної комісії, затвердженою наказом ректора.

8. Вимоги до оформлення МКР

Вимоги викладені в «Положенні про порядок підготовки магістрів у Вінницькому національному технічному університеті» з урахуванням змін, що подані у бюлетені ВАК України № 9-10, 2011р. та на основі ДСТУ 3008:2015.

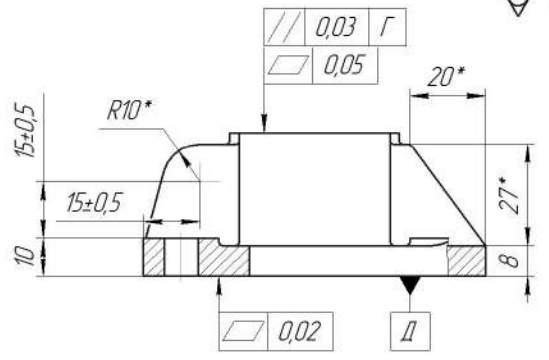
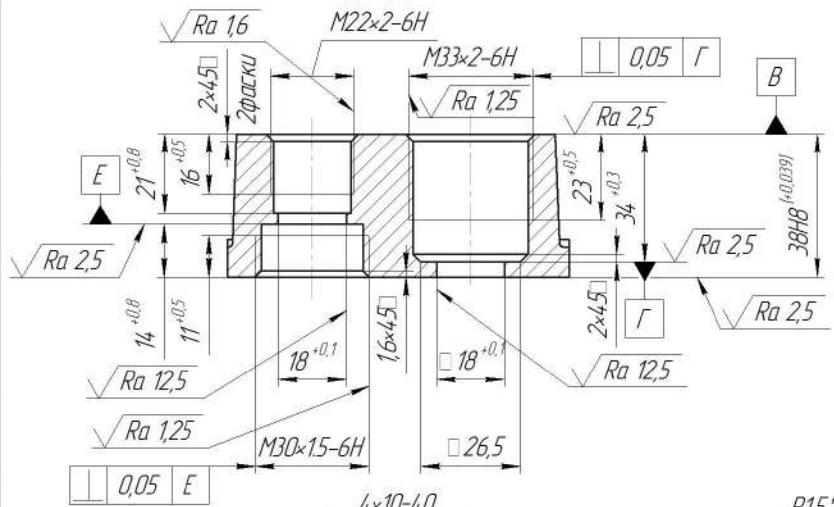
9. Вимоги щодо технічного захисту інформації в МКР з обмеженим доступом відсутні.

Додаток Б

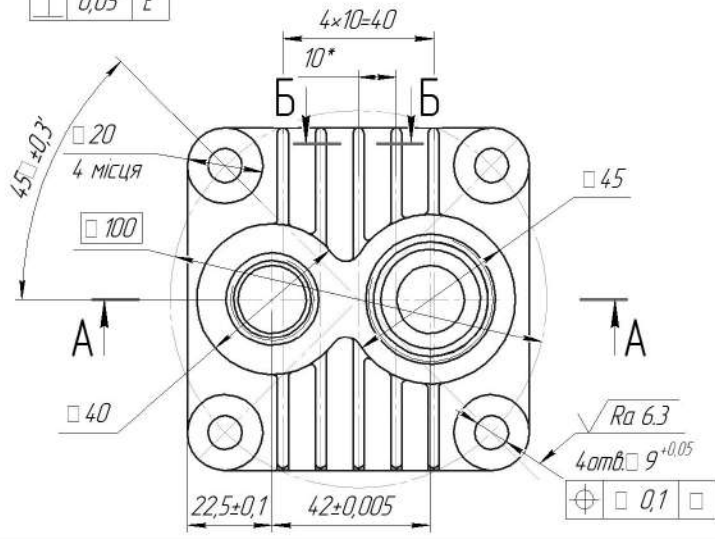
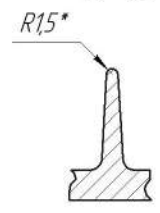
ГРАФІЧНА ЧАСТИНА

08-26.МКР.00101000

A-A



B-B



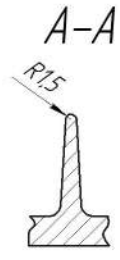
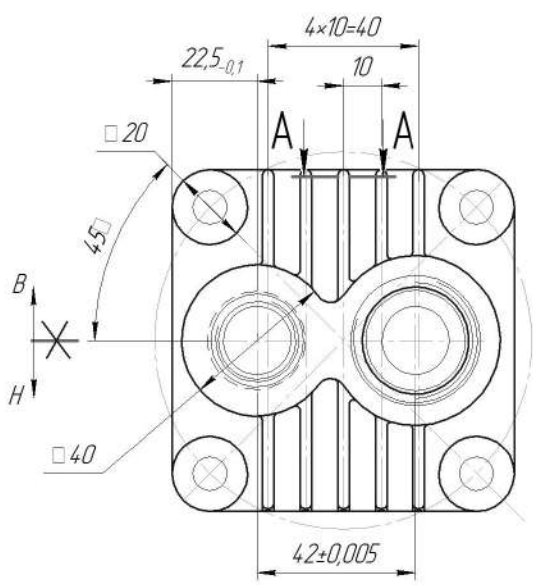
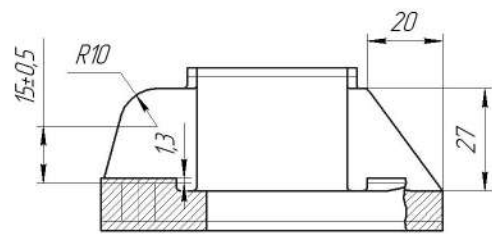
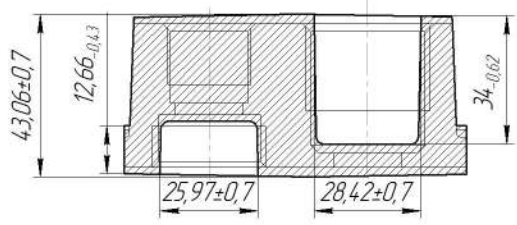
- 1. *Разміри для довідки.
- 2. Невказані граничні відхилення H14; h14; ±IT/2

				08-26.МКР.00101000		
Мзм/Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Корпус 21.10		
Розроб.	Власенко ІІ		9.06.22			
Проб.	Буреняков В.А.		9.06.22	Лист	Масса	Масштаб
Т.контр.				1		1:1
Н.контр.	Сердюк О.В.		9.06.22	С418 ГОСТ1412-85		
Утв.	Козлов ІГ.		9.06.22			
				Копія		ВНТУ, ІПМ-20мз Формат А3

Лист № 1

08-26.МКР.001.02.000

✓✓



1. Точніть вилівка 9Т-5-14-9 за ГОСТ26645-85.
2. Невказані нахили виконані: внутрішні 1°, зовнішні 2°, не вказані радіуси 2-5мм.

✱

08-26.МКР.001.02.000

Корпус 21.10
(вилівок)

				Лит	Маса	Масштаб
Изм/Лист	№ доцум	Подп	Дата	н		1:1
Разроб	Власенко Т.		9.06.22			
Проб	Биреняков В.А		9.06.22			
Т.контр.						
Н.контр	Сердюк О.В.		9.06.22			
Утв.	Козлов Л.Г.		9.06.22			
				Лист	Листов	1
				СЧ18 ГОСТ 14.12-85		
				ВНТУ, ІПМ-20мз		
				Формат А3		

Копія

БАЗОВИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

№ Операції	Назва операції та зміст переходів	Операційний ескіз	Тип і модель обладнання
005	Фрезерна 1. Встановити і закріпити заготовку. 2. Фрезерувати торцеву поверхню 1 попередньо. 3. Фрезерувати торцеву поверхню 1 остаточно. 4. Зняти деталь.		Універсально-фрезерний верстат 6Р82
010	Свердильна 1. Встановити і закріпити заготовку. 2. Центрувати падаюння 4х осей отв. 2. 3. Свердлити 4. отв. 2. 4. Зняти деталь.		Універсально-свердильний верстат 2С132
015	Фрезерна 1. Встановити і закріпити заготовку. 2. Фрезерувати торцеву поверхню 3 попередньо. 3. Фрезерувати торцеву поверхню 3 остаточно. 5. Фрезерувати 4. валишки 4. 6. Зняти деталь.		Універсально-фрезерний верстат 6Р82

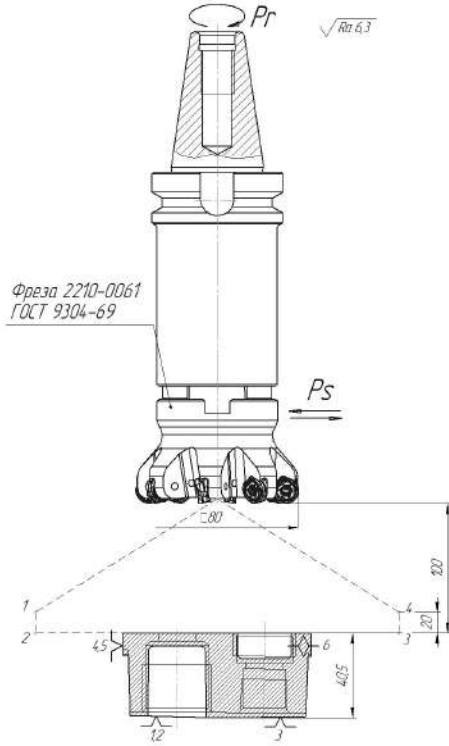
№ Операції	Назва операції та зміст переходів	Операційний ескіз	Тип і модель обладнання
020	Різочувальна 1. Встановити і закріпити заготовку. 2. Розточити отв. 5 попередньо. 3. Розточити отв. 5, 6, 7 і фаску 8. 4. Нарізати різь 9. 5. Свердлити отв. 10. 6. Зняти деталь.		Координатно-розточувальний верстат 2А450
025	Свердильна 1. Встановити і закріпити заготовку. 2. Центрувати отв. 11. 3. Свердлити отв. 11. 4. Цекувати фаску 12. 5. Нарізати різь 13. 6. Зняти деталь.		Універсально-свердильний верстат 2С132
030	Різочувальна 1. Встановити і закріпити заготовку. 2. Розточити отв. 14. 3. Розточити фаску 15. 4. Нарізати різь 16. 5. Зняти деталь.		Координатно-розточувальний верстат 2А450

МОДЕРНІЗОВАНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

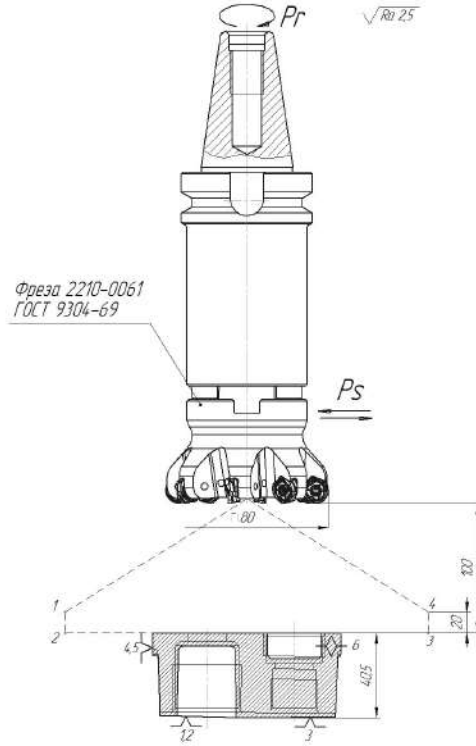
№ Операції	Назва операції та зміст переходів	Операційний ескіз	Тип і модель обладнання
005	<p style="text-align: center;"><u>Багатоцільова з ЧПК</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити і закріпити заготовку; 2. Фрезерувати торцеву поверхню 1 попередньо; 3. Фрезерувати торцеву поверхню 1 остаточно; 4. Центрувати положення осей 4х отв. 2; 5. Свердлити 4 отв. 2; 6. Розвернути 2 отв. 2 двократно; 7. Зняти деталь. 		Багатоцільовий HAAS VF-1
010	<p style="text-align: center;"><u>Багатоцільова з ЧПК</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити і закріпити заготовку; 2. Фрезерувати торцеву поверхню 3 попередньо; 3. Фрезерувати торцеву поверхню 3 завершально; 4. Фрезерувати 4 даришки 4; 5. Розточити отвір 5 попередньо; 6. Розточити поверхню 5, 6, 7; 7. Фрезерувати фаску 12, 13; 8. Нарізати різь 8; 9. Нарізати різь 14; 10. Центрувати отвір 9; 11. Свердлити отвір 9, 10 наскрізно; 12. Зенкерувати отвір 11; 13. Зняти деталь. 		Багатоцільовий HAAS VF-1
015	<p style="text-align: center;"><u>Багатоцільова з ЧПК</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити і закріпити заготовку 2. Розточити отвір 15 попередньо; 3. Розточити отвір 15 остаточно і фаску 17; 4. Нарізати різь 16; 5. Зняти деталь. 		Багатоцільовий HAAS VF-1
020	<u>Мийка</u>		
025	<u>Контрольна</u>		

Карта налагодження на операцію 005

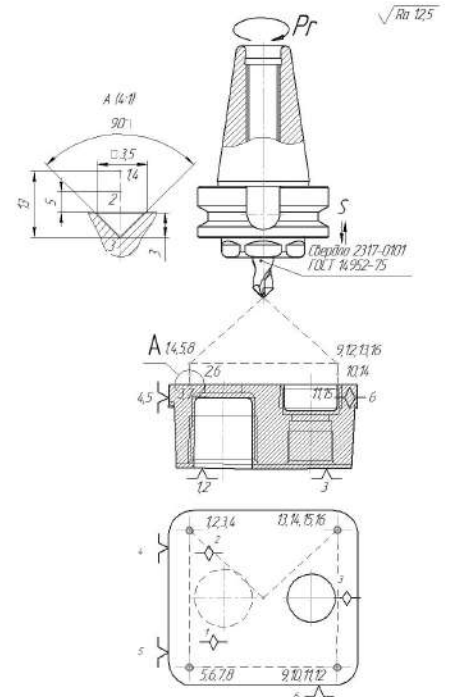
005.02-Фрезерувати торцеву поверхню 1 попередньо



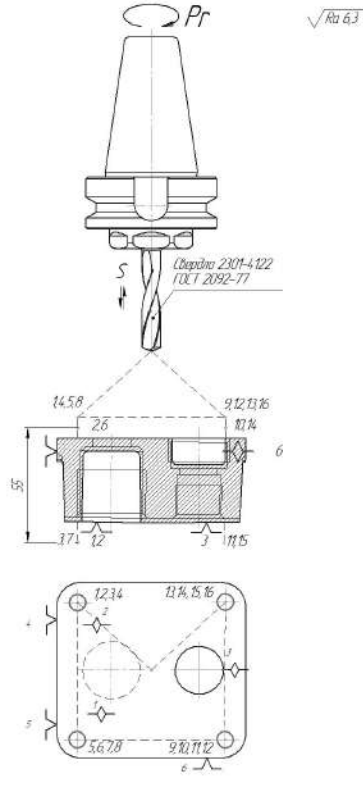
005.03-Фрезерувати торцеву поверхню 1 остаточно



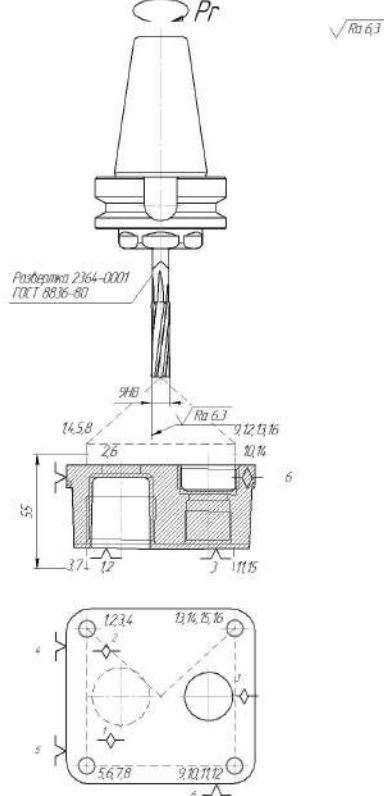
005.04. Центрувати поладнення осей 4х отв.



005.05. Свердлити 4-и отвори послідовно



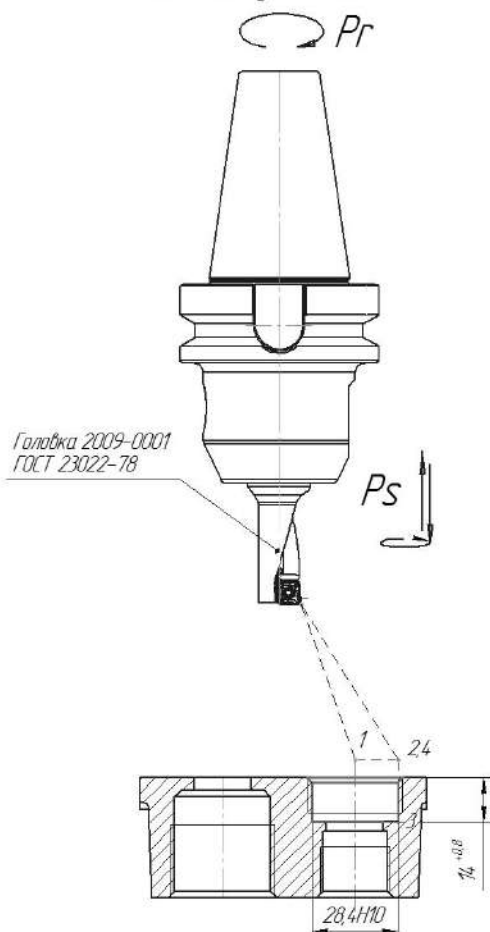
005.05-06. Развернути двікрратно 4 отв. послідовно у розмір 9H8



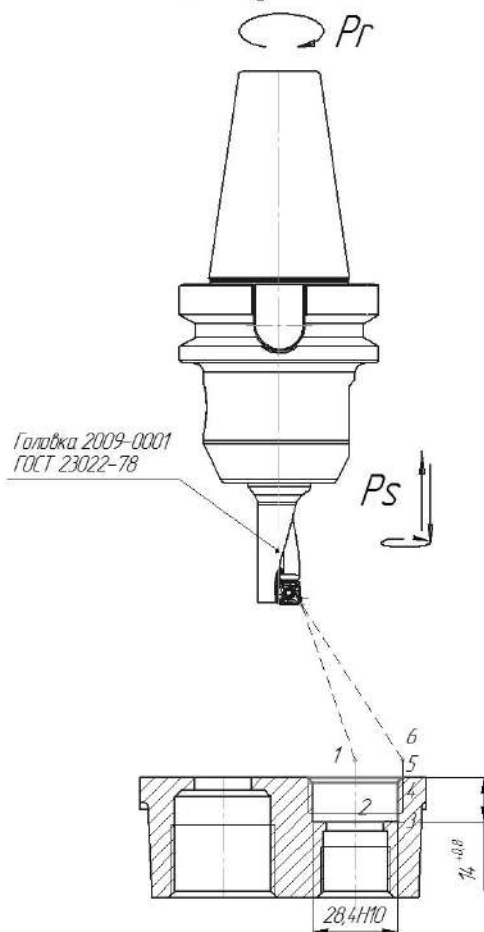
Операція 005. Багатоцільова з ЧПК								
№ інструменту	Назва інструменту	h мм	S мм/хв	V м/хв	n об/хв	Ta хв	S мм/хв	Модель верст-стк
6а	Развертки 4 отв. 2 двікрратно	0,1	0,06	75	490	0,31	-	HAAS VF-1
6	Развертки 4 отв. 2 двікрратно	0,2	0,08	75	542	0,19	-	
5	Свердлити 4 отв. 2	4,2	0,24	26	985	0,05	-	
4	Центрувати 4 отв.	3	0,1	75	1600	0,01	-	
3	Фрезерувати лоб. 1 остат.	0,4	-	127	505	0,23	0,25	
2	Фрезерувати лоб. 1 поперед.	1,8	-	85,3	339	0,58	0,15	

Карта налагодження на операцію 015

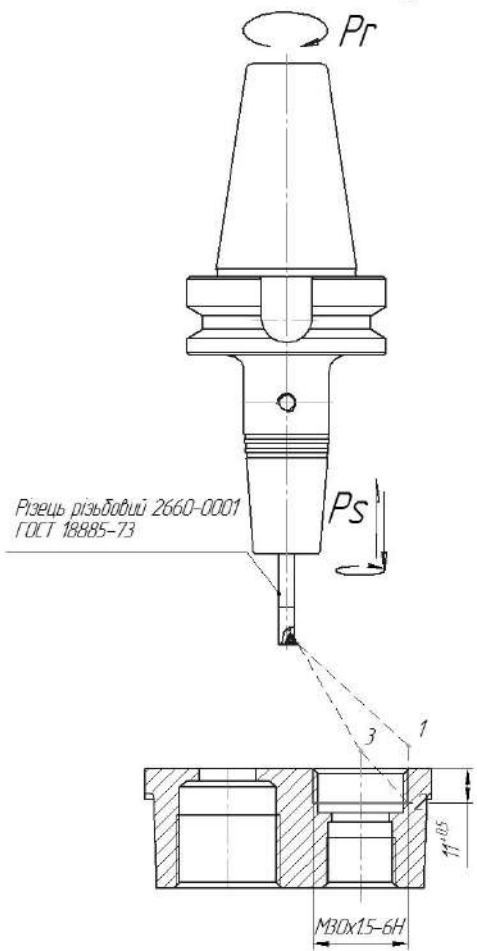
015.02-Розточити отвір $\square 28,4H10$
на глибину $14^{+0,08}$ мм



015.03-Розточити отвір $\square 28,4H10$
на глибину $14^{+0,08}$ мм



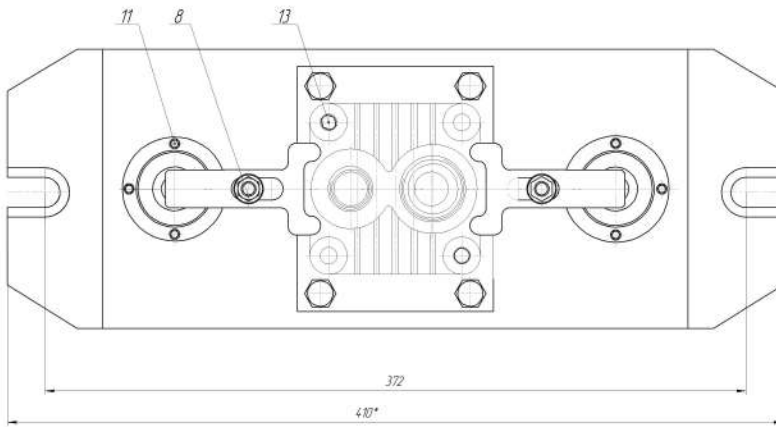
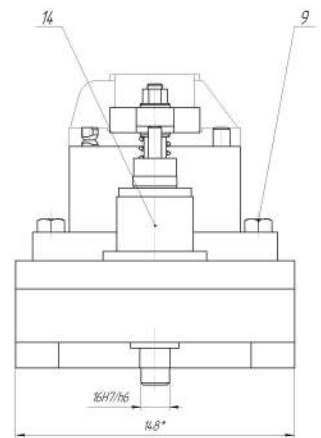
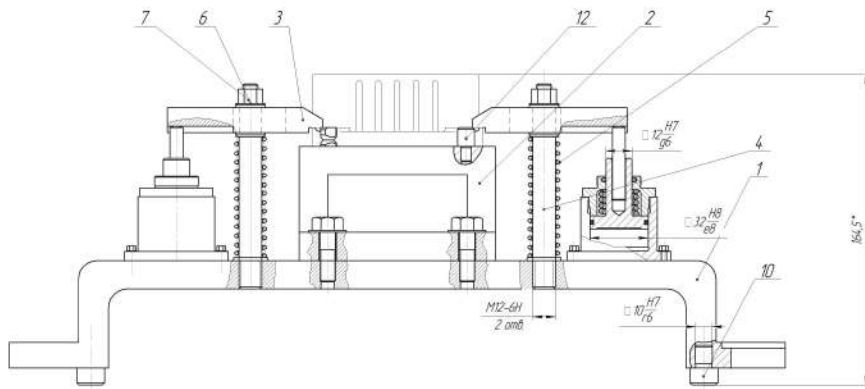
015.04. Нарізати нарізь
M30x15-6H на глибину $11^{+0,05}$



Операція 015. Багатоцільова з ЧПК

№ інструменту	Найменування інструменту	h, мм	S мм/об	V м/хв	n об/хв	Ta хв	Модель верст-ту
3	Нарізати різь 16	1,6	0,1	120	1273	0,08	HAAS VF-1
2	Розточити отвір 15 остаточно і фаску 17	0,6	0,2	105	1175	0,14	
1	Розточити отвір 15 попередньо	1,8	0,4	74	850	0,1	

08-26.МКР.001.07.000 СК



- 1. Смазочка 956.5 Н
- 2.* Размеры для добора
- 3. Тиск робота у системі 10 МПа

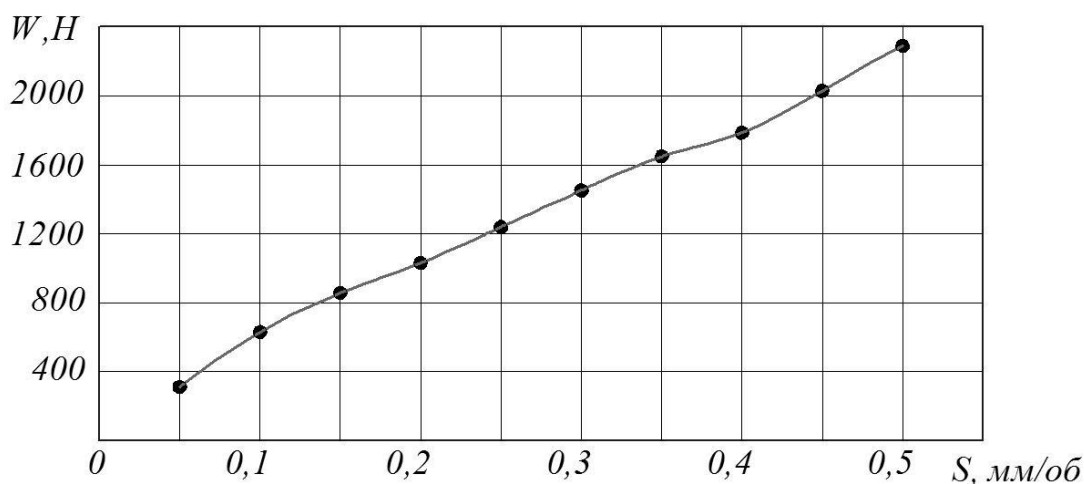
08-26.МКР.001.07.000 СК				Лист	№	Кол-во	Масштаб
Вид зображення	Фронтальний	Частини	1/1	Верстатне пристосування	12	11	
Розробник	Володимир П.	Перевірив	В.П.	Лист	1	1	
Проєктувальник	Володимир П.	Конструктор	В.П.	Масштаб	1:1		
Лист	1	Кількість	1	Масштаб	1:1		
Корпус				Формат А1			

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
<u>Документация</u>						
A1			08-26.МКР.001.07.000 СК	Складальне креслення	1	
<u>Детали</u>						
1	1		08-26.МКР.001.07.001	Плита	1	
2	2		08-26.МКР.001.07.002	Підставка	1	
3	3		08-26.МКР.001.07.003	Прихват	2	
4	4		08-26.МКР.001.07.004	Шпилька	2	
<u>Стандартные изделия</u>						
5	7		08-26.МКР.001.07.0015	Пружина ГОСТ 7019-2348	2	
6	7		08-26.МКР.001.07.006	Шайба сферична 7019-0391	2	
7	7		08-26.МКР.001.07.007	Шайба конічна ГОСТ 7019-0411	2	
8	7		08-26.МКР.001.07.008	Гайка сферична	2	
9	7		08-26.МКР.001.07.009	Болт ГОСТ 7798-70	4	
10	7		08-26.МКР.001.07.010	Шпонка ГОСТ 2336078	2	
11	7		08-26.МКР.001.07.011	Болт ГОСТ 7798-70	8	
12	7		08-26.МКР.001.07.012	Палець циліндричний 7030-1235	1	
13	7		08-26.МКР.001.07.013	Палець зрізаний ГОСТ 7030-1265	1	
08-26.МКР.001.07.000 СК						
Изм. Лист			№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.			Власенко І.		14.06.22	
Проб.			Биренніков Ю.А.		14.06.22	
Н.контр.						
Утв.			Сердюк О.В.		14.06.22	
Верстатне пристосування				Лит.	Лист	Листов
					1	2
ВНТУ, гр. ІПМ-20мз				Формат А4		
				Копіювал		

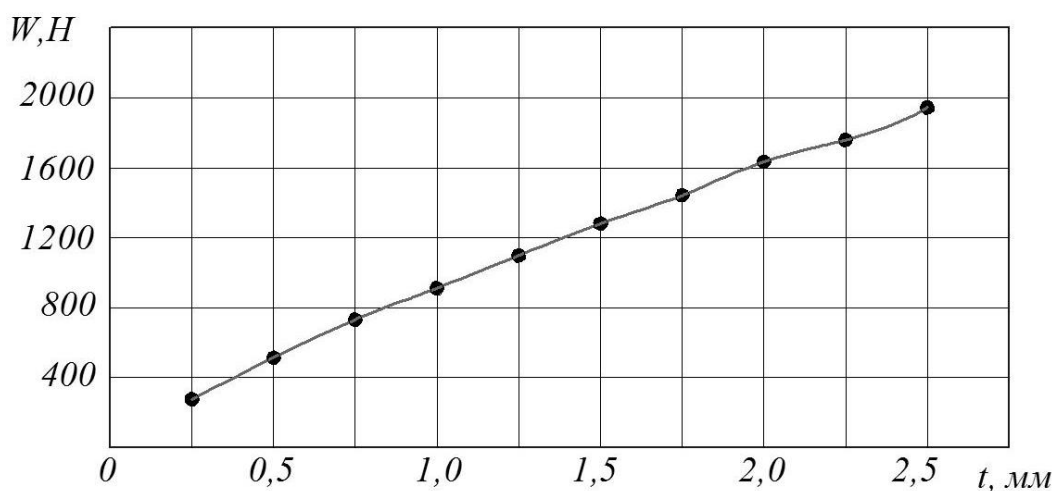
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ НА ВЕЛИЧИНУ ВИХІДНОГО ЗУСИЛЛЯ ПРИВОДУ

Діапазон досліджуваних параметрів режимів різання:

- подача $S = 0,05 \dots 0,5$ мм/об;
- глибина різання $t = 0,5 \dots 2,5$ мм.



Залежність величини вихідного зусилля W від подачі S



Залежність величини вихідного зусилля W від глибини t

Рекомендовані параметрів режимів різання:

- подача $S = 0,1 \dots 0,15$ мм/об.
- глибина різання $t = 0,25 \dots 1,15$ мм.

Рекомендовані параметри подачі та глибини різання фрези забезпечують знаходження величини вихідного зусилля W до 956 Н, що дозволить використовувати у конструкції верстатного пристосування пневмоциліндр діаметром $D = 32$ мм, що було розраховано для запропонованої конструкції верстатного пристосування.

Додаток В

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТОСУВАННЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ
зав. кафедри ТАМ
д.т.н., професор Козлов Л.Г.

(підпис)
« ____ » _____ 2020 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на проектування верстатного пристосування
за темою магістерської кваліфікаційної роботи

УДОСКОНАЛЕННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ
БАГАТОЦІЛЬОВОЇ ОПЕРАЦІЇ З ЧПК ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ «КОРПУС 21.10»

08-26.МКР.001.00.000 ТЗ

Керівник роботи: к.т.н., професор каф. ТАМ

Буренніков Ю.А. _____
« ____ » _____ 2022 р.

Виконавець: студент 2 курсу, групи 1ПМ-20мз
спеціальності 131 – «Прикладна механіка»

Власенко І.І. _____
« ____ » _____ 2022 р.

Вінниця ВНТУ 2022

1 Назва та галузь застосування

- Пристосування спеціальне (в подальшому „пристосування”) до вертикально-фрезерного верстата зЧПК мод. HAAS VF-1 для обробки плоских та циліндричних поверхонь для операції 010 технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус 21.10»;
- умовне позначення: 08-26.МКР.001.05.000 СК;
- пристосування призначено для групи поверхонь;
- пристосування повинно забезпечувати вимоги до точності виготовлення заданих поверхонь деталі, які вказані в розділі „Технічні вимоги”;
- пристосування повинно відповідати вимогам безпеки роботи, передбаченими ГОСТ 12.2.029-77;
- пристосування призначено для експлуатації в приміщенні при температурі від 16 до 20°С.

2 Основа для розробки

- Розробку пристосування вести на основі завдання на дипломний проект стосовно технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус 21.10», складеного керівником проекту та затвердженим кафедрою технологій та автоматизації машинобудування.

3 Мета та призначення розробки

- Метою даного розділу являється розробка конструкції спеціального пристосування для виконання переходів 010 операції, що задовільняє технічним вимогам даного технічного завдання;
- задачею даного розділу являється розробка складального креслення пристосування для виконання вказаної у попередньому пункті механічної обробки.

4 Джерела розробки

Джерелами розробки являється:

- дане технічне завдання;
- склад операції 010;
- прийнята схема базування деталі на операції 010 (див. п.3 пояснювальної записки);
- „Єдина система конструкторської та технологічної документації”;
- загальні правила розробки технологічних процесів та вибору засобів технологічного оснащення за ГОСТ 14.3083;
- ГОСТ 14.305-73 „Правила вибору технологічного оснащення”;
- атласи конструкцій пристосувань;
- технічна література, довідникові видання;
- існуючі прототипи;

– технічна документація на верстат, до якого розробляється пристосування.

5 Технічні вимоги

5.1 Склад пристосування і вимоги до конструктивного пристрою

- пристосування повинно складатися з наступних загальних вузлів:
- корпусу з установчими елементами для заготовки;
- швидкодіючих елементів затискання заготовки.

5.2 Конструктивні вимоги до пристосування та його складовим частинам

– габарити пристосування повинні відповідати розмірам столу мод. НААС VF-1;

– закріплення повинно здійснюватися скрізь провущини з використанням Т-подібних пазів столу;

– встановлення повинно здійснюватися за допомогою призматичних шпонок, закріплених на установній площині корпусу, у Т-подібний (точний) паз столу;

– закріплення корпусу пристосування на столі верстата повинно виключати можливість самовільного ослаблення кріплення, а також зміщення пристосування на розмір безпосередньо на верстаті;

– матеріали конструкції пристосування повинні бути стійкими по відношенню до найбільш часто застосовуваної ЗОР;

– конструкція пристосування повинна забезпечувати вільне видалення ЗОР та стружки.

5.3 Вихідні дані для проектування пристосування

– Виробництво – дрібносерійне, режим роботи – двозмінний;

– маса деталі ≈ 10 кг;

– матеріал деталі – СЧ 18 ГОСТ 1412-85;

– технічні вимоги на деталь вказані на робочому кресленні (див. додатки);

– невказані граничні відхилення розмірів: отворів Н12, валів – по h12, інших – $\pm IT 12/2$;

– обробка поверхонь операції 010;

– прийнятий режим обробки поверхонь на даній операції – див. операційну карту в додатках;

– Пристосування обслуговується верстатником 3-го розряду.

5.4 Загальні технічні параметри, які забезпечуються застосуванням пристосування

– обробка поверхонь на даній операції повинна відповідати вимогам технічної документації на деталь;

– взаємне розташування (перпендикулярність) вісі отв. $\varnothing 70H7$ відносно базової площини „А” потрібно витримати в межах 0,01 мм.

5.5 Вимоги до рівня уніфікації та стандартизації

– з метою підвищення надійності, ремонтоздатності та економічності пристосування забезпечити комплектацію стандартними та уніфікованими установними та затискними елементами;

– рівень стандартизації та уніфікації конструкції повинен складати не менше 80%.

5.6 Вимоги до безпеки застосування пристосування

– пристосування повинно задовольняти вимогам безпеки згідно ГОСТу;

– зовнішні елементи конструкції пристосування не повинні мати поверхонь з нерівностями, які представляють джерело небезпеки. Радіуси заокруглень, розміри фасок зовнішніх поверхонь повинні бути не меншими, ніж 1мм;

– конструкція пристосування повинна передбачати безпеку встановлення та зняття заготовок, виключаючи можливість їх самовільного падіння на опори;

– максимальний гарантований зазор для встановлення заготовок з метою виключення защемлення рух робітника не повинен перевищувати 5 мм;

– в конструкції пристосування повинна передбачатися можливість періодичного змащування всіх поверхонь тертя за допомогою змащувальних каналів, отворів, маслянок та ін.;

– конструкція пристосування повинна бути безпечною при складуванні та транспортуванні;

– висота від рівня підлоги до органів керування повинна бути не менше, ніж 1000 мм і не більше, ніж 1600 мм.

5.7 Умови експлуатації, вимоги до технічного обслуговування та ремонту

– для запобігання корозійним процесам всі елементи пристосування підлягають оксидуванню;

– кінцеву відладку пристосування виконувати після обробки пробних заготовок;

– контроль точності пристосування по забезпеченню положення оброблюваних поверхонь на заготовці слід виконувати через кожних 3 місяці експлуатації.

5.8 Вимоги до транспортування та зберігання

– конструктивне оформлення пристосування повинно забезпечувати зручність та виконання вимог по охороні праці при транспортуванні та установці пристосування на верстаті чи стелажі;

– пристосування повинно зберігатися у стелажах чи шафі, які забезпечують виконання всіх вимог по складуванню та зберіганню;

– місце зберігання пристосування в період, коли воно не застосовується у технологічному процесі, повинно знаходитися в опалювальному приміщенні.

6 Економічні показники

- орієнтована ефективність: не визначається;
- строк окупності витрат на розробку та освоєння виробництва продукції: не визначається;
- мінімальна ціна: ~ 1000 грн.;
- припустиме річне споживання продукції: ~ 4200 шт.;
- економічні переваги розробленої продукції в порівнянні з кращими вітчизняними зразками та аналогами: не визначається.

7 Стадії та етапи розробки

- Зміст та строки виконання визначаються завданням та положенням кафедри ТАМ по ритмічності виконання проекту.

Розробив

Власенко І.І.

ДОДАТОК Г

Протокол перевірки кваліфікаційної роботи
на наявність текстових запозичень

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Удосконалення верстатного пристосування для багатопільової операції з ЧПК технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус 21.10»

Тип роботи: магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра технологій та автоматизації машинобудування
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 80,10 % Схожість 19,90 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку _____
(підпис)

Сердюк О.В.
(прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи _____
(підпис)

Власенко І.І.
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Буренніков Ю.А.
(прізвище, ініціали)