

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра інжинірингу машинобудівних технологій
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу механічного оброблення
корпуса 652019-96110800

Виконав: студент IV курсу, групи МПс-41
спеціальності _____

131 Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

(підпис) Дмитро ХАТРУС
(прізвище та ініціали)

Керівник _____
(підпис) Дмитро РАДИК
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____
(підпис) Андрій ДЯЧУН
(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри _____
(підпис) Ігор ОКІПНИЙ
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(підпис) Володимир КОБЕЛЬНИК
(прізвище та ініціали)

Тернопіль,
2025

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра інжинірингу машинобудівних технологій
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувача кафедри

Окпний І. Б.
(підпис) (прізвище та ініціали)

« 24 » січня 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 131 Прикладна механіка
(шифр і назва спеціальності)

студенту Хатрусу Дмитру Миколайовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу механічного оброблення корпусу 652019-96110800

Керівник роботи Радик Дмитро Леонідович, к. т. н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «23» січня 2025 року № 4/7-45

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 червня 2025 року

3. Вихідні дані до роботи Робоче креслення корпусу 652019-96110800, базовий технологічний процес виготовлення, річна програма випуску 44000 шт.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Зміст. Реферат. Вступ. Загально-технічна частина. Технологічна частина.

Конструкторська частина. Безпека життєдіяльності та основи охорона праці.

Висновки. Перелік посилань. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Креслення заготовки – А1. Пристрій для фрезерування поверхні під кришку в корпусі 652019-96110800 – А1. Пристрій для розточування – 2А1. Схема технологічних наладок – А1.

Комплексний пристрій для контролю – А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Безпека життєдіяльності та основи охорона праці</i>	<i>Комар Р. В., доц. каф. МТ</i>		

7. Дата видачі завдання 24 січня 2025 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент

(підпис)

Дмитро ХАТРУС

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Дмитро РАДИК

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

	ст.
РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	6
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	8
1.1 Службове призначення та характеристики об'єкту виробництва. Аналіз технічних вимог на виріб	8
1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі	9
1.3 Аналіз базового технологічного процесу	10
1.4 Висновки та постановка задач на кваліфікаційну роботу.....	13
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	16
2.1 Характеристика типу та організаційної форми виробництва	16
2.2 Вибір та техніко-економічне обґрунтування способу одержання заготовки	21
2.3 Вибір технологічних і вимірювальних баз	25
2.4 Вибір варіанту технологічного маршруту механічного оброблення	29
2.5 Визначення припусків на оброблення та розмірів заготовки	31
2.6 Розмірний аналіз технологічного процесу	38
2.7 Вибір різальних, вимірювальних та допоміжних інструментів	39
2.8 Розроблення технологічного маршруту виготовлення деталі з вибором обладнання	40
2.9 Визначення режимів оброблення та технічних норм часу	42
2.10. Техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу виготовлення деталі	45
3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	52
3.1 Вибір пристосувань для механічного оброблення	52
3.2 Опис конструкції, принципу дії та розрахунок параметрів вибраних пристосувань	54
3.3 Вибір методів і схем контролю параметрів виробу	57

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ ...	60
4.1 Аналіз потенційних небезпек проектного верстату, установки	60
4.2 Пожежна профілактика на виробничій ділянці цеху	61
4.3 Вплив хімічних факторів на процес виготовлення деталі на дільниці механічного цеху	62
ВИСНОВКИ.....	66
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	67
ДОДАТКИ:	68

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційної роботи Хатруса Дмитра Миколайовича на тему: «Розроблення технологічного процесу механічного оброблення деталі Корпус 652019-96110800», для здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 131 «Прикладна механіка». Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, кафедра інжинірингу машинобудівних технологій, гр. МПс-41. Керівник – канд. техн. наук, доцент Радик Дмитро Леонідович.

Основним завданням кваліфікаційної роботи є розроблення технологічного процесу механічного оброблення деталі Корпус 652019-96110800 для механізму зворотного ходу і роздавальної коробки передач, його техніко-економічне обґрунтування, а також розроблення заходів щодо безпеки життєдіяльності та охорони праці у виробничих умовах.

Для виконання кваліфікаційної роботи служили такі вихідні дані: робоче креслення деталі Корпус 652019-96110800, базовий (заводський) ТП її виготовлення та програма випуску на один рік.

Практичне значення кваліфікаційної роботи:

Охарактеризовано службове призначення деталі та технічні вимоги до неї. Здійснено аналіз технологічності конструкції деталі та аналіз базового технологічного процесу для виготовлення даної деталі. Розроблено технологічний процес механічного оброблення даної деталі з вибором металообробного обладнання, різального та вимірювального інструментів. Проведено вибір та техніко-економічне обґрунтування способу одержання заготовки, визначення припусків на оброблення та розміри заготовки. Проведено розрахунок режимів різання та технічне нормування технологічного процесу. Проведено вибір та розрахунок верстатних пристосування та комплексного пристрою для контролю. Запропоновані заходи щодо охорони праці та безпеки життєдіяльності на виробництві. Розроблено комплект технологічної документації.

Пояснювальна записка включає вступ, 4 розділи, висновки, перелік посилань та додатки. Обсяг основної частини становить 66 сторінок, додатків – 16 сторінок формату А4. Графічна частина виконана на 6 аркушах формату А1.

ВСТУП

Машинобудування – це фундаментальна галузь, що забезпечує народне господарство машинами різноманітного призначення.

Швидкий розвиток машинобудівної промисловості вимагало наукового розширення питань, зв'язаних з виготовленням машин, що привело до виникнення науки про технологію машинобудування. Це наука про виготовлення машин з вимогами якості, встановленням виробничої програми і в задані строки при найменших затратах праці, при найменшій собівартості.

Розвиток науково-технічного прогресу в машинобудуванні є вирішальним чинником, що значною мірою визначає загальний розвиток та вдосконалення господарства нашої країни. Ключовими умовами для прискорення цього науково-технологічного прогресу є системне зростання продуктивності праці, постійне підвищення ефективності виробництва. Ці фактори створюють синергетичний ефект, що стимулює інновації.

Застосування прогресивних та високопродуктивних методів обробки, що гарантують точність і якість поверхонь деталей машин, збільшуючи їхній експлуатаційний ресурс, є ключовим. Постійно наголошується на стратегічній необхідності інтенсивного розвитку машинобудування та металообробки. Особливий акцент робиться на піднесенні кожної з цих галузей до рівня провідних країн світу, що є ключовим для зміцнення економічного потенціалу держави.

На сучасному етапі відродження України є не лише збереження та підтримка темпів виробництва, але й послідовне впровадження нових, прогресивних технологій. Це має на меті суттєве підвищення технічного рівня та покращення якості виготовленої техніки й інструментів, є фундаментом для конкурентоспроможності на світовому ринку.

Хоча застосування прогресивних технологій отримання заготовок, таких як точне лиття чи штампування, дійсно дозволяє знизити трудомісткість

подальшого механічного оброблення, це не завжди призводить до значного зменшення собівартості.

Безперервне зростання експлуатаційних параметрів машин (збільшення швидкохідності, підвищення навантажень, посилення вимог до жорсткості), що, у свою чергу, тягне за собою суттєве ускладнення конструкцій деталей.

Отже, ці тенденції створюють нові виклики для машинобудівної галузі, вимагаючи постійного пошуку інноваційних рішень у сфері обробки матеріалів та оптимізації виробничих процесів.

Таким чином, головною задачею КРБ є проведення глибокого аналізу чинного технологічного процесу, спираючись на новітні досягнення науково-технічного прогресу у верстатобудуванні та машинобудуванні. На підставі цього аналізу буде розроблено новий, оптимізований технологічний процес, що дозволить підвищити продуктивність праці, покращити якість деталей та знизити їхню собівартість.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Службове призначення та характеристики об'єкту виробництва. Аналіз технічних вимог на виріб.

Розглядувана в кваліфікаційній роботі деталь – корпус механізму зворотного ходу і роздавальної коробки передач – представляє собою відливку коробчастої форми із сірого чавуну СЧ-18. Габаритні розміри деталі 680×575×185. Маса деталі 65 кг.

Механізм що знаходиться в корпусі представляє собою редуктор із зубчастого зачеплення, за допомогою якого здійснюється прямий та зворотній хід машини.

Корпус механізму приєднується до рами машини чотирма болтами М16.

В отворі Ø90 мм встановлюється підшипник ведучого валу, на якому вільно на роликах обертаються шестерні прямого і зворотного ходу. Другий підшипник цього валу встановлений в кришці, яка закриває отвір Ø212 мм.

В чотирьох отворах Ø110 мм також встановлено підшипники 2-х валів. В чотирьох отворах Ø22,5 мм є штоки з вилками для переміщення шестерні. В двох отворах Ø30 мм і Ø30.1 мм встановлюється вісь, на якій на роликових підшипниках обертається блок проміжних шестерень. В корпусі є прямокутний отвір розміром 424×148 мм, до якого 20 болтами М6 приєднується кришка. Решта кришок приєднується 38 болтами М8.

Вузол механізму зворотного ходу і роздаткової коробки – один з основних вузлів машини і працює в важких експлуатаційних умовах. Однак, конструкція і матеріал корпусу дозволяє зробити висновок, що деталь працездатна і витримує визначений технічними умовами термін роботи.

Таблиця 1.1 – Фізико-механічні властивості чавуну марки СЧ 18

$\sigma_s, \text{кгс} / \text{мм}^2$	$\sigma_{нз}, \text{кгс} / \text{мм}^2$	f 600/300мм	$\tau_{сн}, \text{кгс} / \text{мм}^2$	НВ
18	36	8/2,5	➤ 0	173 - 229

Таблиця 1.2 – Вміст хімічних елементів у чавуні марки СЧ 18

Fe, %	C, %	Si, %	Mn, %	P, %	Ni, %	Cr, %	S, %
95 – 97	3,1 – 3,4	1,7 – 2,1	0,8 – 1,2	<0,3	<0,5	<0,3	<0,15

1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі.

Відливка досить проста за конфігурацією, але вимагає застосування стержневої формовки для утворення внутрішніх порожнин (переріз Б-Б і Г-Г). Крім цього в опоці повинен бути складний роз'єм внаслідок наявності у деталі 2-х різновисоких виступів на бокових поверхнях.

Деталь має недолік у відношенні технологічної конструкції: неможливо обробити на прохід фрезою зовнішню поверхню прямокутного отвору розміром 464×188 мм. Мішає бобишка, що знаходиться наверху виробу, з отвором Ø11,5 мм радіусом Ø 40мм.

Допустимо підняти цю поверхню на 10 мм, що не порушує роботи механізму і не впливає на конфігурацію машини.

Отвори Ø110 мм, Ø90 мм, Ø212 мм допускають оброблення з однієї сторони відливки. Оброблення 2-х отворів Ø22,5 мм проводять з 2-х сторін через необхідність оброблення цевок Ø28 мм; різьбового отвору К 1/2 (Ж-Ж).

Також проводиться обробка 2-х отворів К 1/4 .

Інші поверхні по забезпеченню точності і шорсткості не представляють технічних труднощів.

Матеріал деталі допускає застосування твёрдосплавного інструменту. Конструкція деталі дозволяє застосування багато інструментального оброблення. Кількісну оцінку проводимо по коефіцієнтах згідно ДСТУ 14.201-74.

Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів

$$K_{y.e.} = Q_{y.e.} / Q_e \quad (1.1)$$

$$K_{y.e.} = 160 / 169 = 0,946 > 0,6.$$

Таким чином - деталь технологічна.

Коефіцієнт точності оброблення:

$$K_{m.o} = 1 - 1/A_{c.p.} \quad (1.2)$$

$$A_{c.p.} = \frac{\sum A_{Ni}}{\sum A_{ni}} = \frac{1n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots + 19n_{19}}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_{19}}, \quad (1.3)$$

$$A_{c.p.} = \frac{6 \times 67 + 7 \times 8 + 9 \times 4 + 10 \times 69 + 11 \times 4 + 12 \times 2 + 14 \times 15}{169} = 6.28$$

$$K_{m.o} = 1 - 1 / 6.28 = 0.84 > 0.8$$

Деталь нормальної точності.

Коефіцієнт шорсткості:

$$K_{ш} = 1 / B_{cp} \quad (1.4)$$

$$B_{c.p.} = \frac{\sum B n_{iш}}{\sum n_{iш}} = \frac{1n_{1ш} + 2n_{2ш} + \dots + 14n_{14ш}}{n_{1ш} + n_{2ш} + \dots + n_{14ш}} \quad (1.5)$$

$$B_{c.p.} = \frac{12.5 \times 86 + 6.3 \times 3 + 3.2 \times 78 + 0.8 \times 2}{169} = 7.9$$

$$K_{ш} = 1 / 7.9 = 0.125$$

Деталь відноситься до легко оброблюваних.

1.3 Аналіз базового технологічного процесу.

Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі є ключовим етапом, що проводиться з подвійною метою виявлення наявних недоліків та "вузьких місць" у базовому технологічному процесі.

Оцінка ступеня його відповідності вимогам та принципам проектного (нового) процесу, що дозволяє визначити потенційні шляхи оптимізації.

Цей аналіз охоплює як власне технологічний процес (послідовність операцій, режими різання тощо), так і засоби його верстатного та технологічного оснащення (використовуване обладнання, пристосування, інструмент).

Даний технологічний процес наразі характеризується значною трудомісткістю та тривалим основним часом, необхідним для виготовлення деталі на кожній окремій операції. Проте, для описуваного технологічного процесу не є характерною наявність великої кількості різноманітного матеріального обладнання, що може вказувати на певну універсалізацію або обмеження у використанні спеціалізованих верстатів.

Варто відзначити, що всі операції механічної обробки деталі централізовано проводяться в одному цеху заводу. Це є суттєвою організаційною перевагою, яка дозволила значно скоротити час, що витрачається на транспортування деталей між різними ділянками механічної обробки, тим самим підвищуючи загальну ефективність логістики виробництва.

Цей детальний аналіз дозволяє ідентифікувати сфери для покращення та закласти основу для розробки більш ефективного та економічно вигідного технологічного рішення.

ТП складається з таких операцій мех. обробки:

005 Вертикально-фрезерна

Деталь обробляється по двох однакових поверхнях розміром 60x176

010 Радіально свердлильна

Свердлимо два отвори Ø17,5 мм та два отвори Ø18 мм, після чого розвертуємо два останні.

015 Поздовжньо-фрезерна

Фрезеруємо дві бокові поверхні в розмір 190 мм за один перехід.

020 Горизонтально фрезерна

Фрезеруємо площину для установки кришки 446×188 мм

025 Агрегатно-свердлильна

Свердлимо 20 отворів Ø5 мм і 42 отвори Ø6,7 мм, зенкеруємо 62 фаски і нарізаємо різь у 18 отворах М6-6Н, а також у 44 отворах М8-5Н.

030 Розточувальна

Обробляємо поверхні Ø212 мм і Ø90 мм; 2отв. Ø110 мм; 4 отв. Ø20,5 мм; Ø25,5 мм; Ø30 мм; Ø30,1 мм.

035 Радіально-свердлильна

Обробляємо поверхню К 1/2 , (К 1/4 2отв.), М36×2; К 3/4

На основі проведеного аналізу існуючого технологічного процесу виявлено значний потенціал для його оптимізації. Це включає наступні ключові напрямки:

1. Консолідація операцій та багатофункціональна обробка:

Деякі операції даного технологічного процесу можна ефективно об'єднати в одну. Таке рішення дозволить суттєво скоротити загальний час на механічну обробку, а також зменшити кількість задіяного металорізального обладнання. Більш того, реалізація обробки деталі за один установ (багатоопераційна обробка), де це можливо, забезпечить значне підвищення точності виготовлення деталі завдяки мінімізації похибок перебазування.

2. Покращення якості поверхні: введення шліфувальних операцій:

Для досягнення вищих вимог до якості, доцільно ввести додаткову шліфувальну операцію для оброблення посадкових поверхонь під підшипники. Це дозволить істотно зменшити висоту мікронерівностей (шорсткість) після токарного оброблення, забезпечуючи більш якісне прилягання та збільшуючи ресурс роботи підшипникового вузла.

3. Модернізація обладнання та оптимізація режимів різання:

Впровадження більш нового та сучасного обладнання (наприклад, верстатів з ЧПК, багатоцільових оброблювальних центрів) відкриває можливості для підвищення точності досягнення розмірів деталі. Це, у свою чергу, дозволить зменшити припуски на механічне оброблення, що веде до економії матеріалу. Крім того, нове обладнання дасть змогу використовувати більш продуктивні режими різання (вищі швидкості, подачі, глибини) без втрати якості. Усі ці

фактори сукупно сприятимуть значному скороченню загального часу на виготовлення даної деталі, підвищуючи ефективність всього виробничого циклу.

Ці заходи дозволять не лише оптимізувати процес, але й забезпечити вищу якість продукції за менших витрат.

1.4 Висновки та постановка задач на кваліфікаційну роботу.

Головною задачею КРБ - вдосконалення існуючого ТП виготовлення деталі "Корпус 6520130-36110800".

Для досягнення цієї мети буде виконано низку ключових етапів:

1) Вибір оптимального методу одержання заготовки. Буде проведено аналіз та обґрунтований вибір найефективнішого способу формування заготовки, який відповідатиме вимогам економічності та подальшої обробки.

2) Визначення раціональних технологічних баз. Опрацювання принципів базування для забезпечення максимальної точності та стабільності під час оброблення.

3) Розроблення оптимального технологічного маршруту. Побудова нового технологічного маршруту виготовлення деталі.

Для обраного та обґрунтованого технологічного маршруту виготовлення деталі необхідно буде виконати ряд інженерних розрахунків та проектних робіт:

1) Розрахунок припусків на оброблення та міжопераційних розмірів. Точне визначення необхідних обсягів зрізуваного матеріалу на кожній операції та формування проміжних розмірів заготовки.

2) Проектування заготовки. Детальна розробка креслення та специфікацій для нової заготовки, що враховуватиме всі особливості обраного методу її одержання.

3) Розрахунок розмірів деталі. Перевірка та уточнення всіх необхідних розмірів з урахуванням допусків.

4) Вибір ріжучого та контрольно-вимірювального інструменту. Обґрунтований підбір інструментарію, що забезпечить ефективну обробку та контроль якості.

5) Розрахунок режимів різання. Визначення оптимальних параметрів різання (швидкість, подача, глибина) для кожної операції з метою максимізації продуктивності та якості.

6) Розрахунок норм часу на обробку. Встановлення нормативних показників часу, необхідного для виконання кожної технологічної операції.

7) Вибір технологічного обладнання та організація його роботи. Обґрунтування вибору верстатів та іншого обладнання, а також планування ефективної організації його експлуатації, забезпечення максимального використання потужності та часу роботи.

У ході виконання кваліфікаційної роботи буде проведено комплекс конструкторсько-технологічних розрахунків, спрямованих на глибоке вдосконалення базового технологічного процесу виготовлення даної деталі. Кінцевою метою цих розрахунків є розробка процесу, який буде більш прогресивним, високоефективним та економічно доцільним. Зокрема, передбачається:

1) Проектування спеціальних верстатних та контрольних пристроїв. Розробка конструкції нестандартних пристосувань, які забезпечать точне базування, надійне закріплення та ефективний контроль деталі.

2) Проектування спеціального ріжучого інструменту. У випадках, коли стандартний інструмент не дозволяє досягти необхідних параметрів або ефективності.

3) Розгляд та впровадження засобів автоматизації. Оцінка можливостей та проектування елементів автоматизації для забезпечення ще більш ефективного та точного оброблення деталі.

4) Розроблення заходів по забезпеченню безпечних умов праці. Інтеграція вимог охорони праці та промислової безпеки в новий технологічний процес.

5) Проведення розрахунку економічної ефективності. Об'єктивна оцінка економічної доцільності прийнятих проектних рішень шляхом порівняння з базовим варіантом.

Головним результатом виконаної кваліфікаційної роботи буде розроблення повного комплексу тех. документації на виготовл. деталі "Корпус 6520130-36110800". Цей комплект включатиме:

1) Карти операційних технологічних налагоджень на всі операції розробленого технологічного процесу.

2) Креслення спеціальних верстатних та контрольних пристроїв з відповідними специфікаціями, з обов'язковим дотриманням вимог ЄСКД та ЄСТД. Цей пакет документації стане основою для практичної реалізації вдосконаленого виробничого процесу.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика типу та організаційної форми виробництва.

У машинобудуванні тип виробництва визначає підхід до виготовлення деталей і складальних одиниць, а також методи їх обробки. Відповідно до стандарту ДСТУ 3429-96, виробництво поділяється на одиничне, дрібносерійне, середньосерійне, великосерійне та масове. Кожен з цих типів має свої характерні особливості — від застосовуваного обладнання та оснащення до структури технологічного процесу.

Для одиничного та дрібносерійного виробництва характерна обробка широкого асортименту виробів у невеликих кількостях. У таких умовах технологічний процес розробляється у вигляді маршрутного, без детального опису окремих операцій. Як правило, не вказуються параметри міжопераційних припусків, точні розміри та режими різання, а обсяг операцій є максимально гнучким.

У серійному виробництві процеси стають більш стандартизованими: технолог розробляє маршрут із чітким розподілом на установки, позиції, переходи. Також визначаються допуски, припуски та режими різання. Це дозволяє досягати кращої повторюваності якості продукції.

Масове виробництво вирізняється найвищим рівнем стандартизації та деталізації технологічних процесів. Навіть незначна помилка у проєктуванні технологічного маршруту може привести до витрат або браку продукції. Саме тому технологічна документація в масовому виробництві розробляється з максимальною точністю.

Для вибору типу виробництва використовується $K_{зо}$, дозволяє кількісно оцінити характер виробництва. Згідно з ДСТУ 3429-96, його значення такі:

одиничне виробництво - $K_{зо} > 40$;

дрібносерійне - $K_{зо} = 20-40$;

середньосерійне - $K_{зо} = 10-20$;

великосерійне - $K_{зо} = 1-10$;

масове - $K_{зо} = 1$.

Форма організації технологічного процесу також тісно пов'язана з типом виробництва. Вона включає порядок виконання операцій, розміщення обладнання, характер переміщення заготовок тощо. Основними формами є потокова та непотокова (групова) організація. Потокова форма вирізняється безперервністю процесу - деталі переміщуються від операції до операції у строго визначеній послідовності. Такий підхід дозволяє підвищити продуктивність і зменшити витрати часу на обробку.

Таким чином, правильне визначення типу виробництва та відповідна організація технологічного процесу є критично важливими для забезпечення ефективності, якості та економічної доцільності виготовлення продукції в галузі м/б.

Таблиця 2.1 – Типи виробництва

<i>Маса виробу, кг</i>	<i>Кількість виробів, які підлягають обробці у виробництві, шт.</i>				
	<i><u>Одиничне</u></i>	<i>Мало-серійне</i>	<i>Середньо-серійне</i>	<i>Велико-серійне</i>	<i>Масове</i>
До 2,5	до 10	10...1000	1000...50000	50000...100000	100000 і більше
2,5-5,0	до 10	10...500	500...35000	35000...70000	75000 і більше
5,0-10,0	до 10	10...300	300...25000	25000...50000	50000 і більше
10-50	до 10	10...200	200...10000	10000...25000	25000 і більше
50 і більше	до 5	5...100	100...300	300...1000	5000 і більше

Визначаємо такт випуску деталей за формулою:

$$t_{\text{с}} = F_{\text{д}} \times 60 \times m \times k / N_p, \quad (2.1)$$

$$t_{\text{с}} = 2070 \times 60 \times 2 \times 0.97 / 44000 = 5.48 \text{ (шт./хв)}$$

Таблиця 2.2 – Вихідні дані для визначення типу виробництва

Назва операції	$T_{шт.}$, хв
Вертикально-фрезерна	8,373
Радіально-свердлильна	3,12
Поздовжньо-фрезерна	8,14
Горизонтально-фрезерна	3,74
Агрегатно-свердлильна	0.,
<u>Розточна</u>	24,5
Радіально-свердлильна	17,8

Кількість операцій заводського ТП: 7.

Сумарний штучний час за всіма операціями:

$$\Sigma t_{um} = 8.373 + 3.12 + 8.14 + 3.74 + 0.8 + 24.5 + 17.8 = 66,473 \text{ хв} \quad (2.2)$$

Середньо-штучний час

$$t_{um \text{ ср}} = \Sigma t_{um} / n \text{ (хв)}, \quad (2.3)$$

$$t_{um \text{ ср}} = 66,473 / 7 = 9.49 \text{ хв.}$$

Розраховуємо кількість верстатів, необхідне для виконання на кожній операції:

$$S = \frac{N \cdot T_{um}}{60 \cdot F_{\partial} \cdot \eta_{зн}}, \quad (2.4)$$

Операція 005 (Вертикально-фрезерна)

$$S = \frac{44000 \cdot 8.373}{60 \cdot 2070 \cdot 0,75} = 3.95 ;$$

Операція 010 (Агрегатно-свердлильна)

$$S = \frac{44000 \cdot 3.12}{60 \cdot 2070 \cdot 0,75} = 1.473$$

Операція 015 (Поздовжньо-фрезерна)

$$S = \frac{44000 \cdot 8.14}{60 \cdot 2070 \cdot 0,75} = 3.76$$

Операція 020 (Горизонтально-фрезерна)

$$S = \frac{44000 \cdot 3.74}{60 \cdot 2070 \cdot 0,75} = 1.69$$

Операція 025 (Агрегатно-свердлильна)

$$S = \frac{44000 \cdot 0.8}{60 \cdot 2070 \cdot 0,75} = 0.375$$

Операція 030 (Розточна)

$$S = \frac{44000 \cdot 24.5}{60 \cdot 2070 \cdot 0,75} = 11.515$$

Операція 035 (Радіально-свердлильна)

$$S = \frac{44000 \cdot 17.8}{60 \cdot 2070 \cdot 0,75} = 8.36$$

Встановлюємо число робочих місць P_m , заокруглюючи до найближчого більшого цілого числа отримані значення S .

Обчислюємо для кожної операції фактичний коефіцієнт навантаження робочого місця $\eta_{зф} = S / P_m$ і порівнюємо його з нормативними.

Якщо $\eta_{зф} > \eta_{зн}$, то бажано завантажити робоче місце додаткової операцією. Кількість операцій на даному робочому місці збільшується.

Визначаємо кількість операцій на кожному робочому місці:

$$Q = \frac{\eta_{3n}}{\eta_{3ф}} \quad (2.5)$$

Таблиця 2.3 – Дані до розрахунку $K_{3.0.}$

Назва операції	$T_{ум, хв}$	S	P_m	$\eta_{3ф}$	Q
Вертикально-фрезерна	8.37	3.95	4	0,15	11,181
Агрегатно-свердлильна	3.12	1.47	2	0,87	10,714
Поздовжньо-фрезерна	8.14	3.76	4	0,02	8,064
Горизонтально-фрезерна	3.74	1.69	2	0,0043	41,666
Агрегатно-свердлильна	0,8	0,375	1	0,013	14,351
Розточна	24.5	11.5	12	0,0043	39,474
Радіально-свердлильна	17.8	8.36	9	0,014	11,905
			$\sum P = 34$		$\sum Q = 193,983$

Середнє число робочих місць R_m , що припадають на 1-ну операцію:

$$R_m = \frac{T_{ум.сер.}}{\tau} \quad (2.6)$$

$$R_m = \frac{2.16}{77.8} = 0.03$$

Згідно ДСТУ 3429-96 ЕСТД і ДСТУ 2399-94 ЕСТПП основною характеристикою типу виробництва є коефіцієнт закріплення операцій $K_{3.0.}$

$$K_{3.0.} = \frac{\sum K_0}{K_p}, \quad (2.7)$$

$$K_{3.0.} = 16 / 7 = 2.3$$

Таблиця 2.4 – Значення коефіцієнта закріплення операцій залежно від типу виробництва.

<i>Тип виробництва</i>	<i>K_{з.о.}</i>
Масове	1
Серійне: <u>великосерійне</u> <u>середньосерійне</u> дрібносерійне	від 1 до 10 від 10 до 20 від 20 до 40
Одиничне	від 40

Згідно ДСТУ 3429-96 при $K_{з.о.} = 1 \dots 10$ – великосерійне виробництво.

Характерною особливістю цього є: верстати розташовані в технологічній послідовності, обладнання застосовують секційне, ріжучий інструмент стандартний і оснащений твердосплавними пластинами.

2.2 Вибір та техніко-економічне обґрунтування способу одержання заготовки.

Ключовим із напрямів удосконалення технологій механічної обробки в сучасному машинобудуванні є застосування заготовок з раціональними конструктивними формами, які забезпечують мінімізацію матеріальних витрат і підвищення продуктивності обробки. Такий підхід дозволяє реалізовувати найбільш ефективні методи обробки, зменшуючи кількість технологічних операцій та обсяги відходів.

Використання заготовок, форма і розміри яких максимально наближені до готової деталі, дає змогу істотно скоротити обсяг чорнової обробки або взагалі обмежити процес лише фінішними операціями (наприклад, шліфуванням або доведенням). Для досягнення цього необхідним є підвищення точності

виготовлення заготовок, а також забезпечення відповідності їх механічних властивостей вимогам подальшої експлуатації.

Вибір типу заготовки є одним із найважливіших етапів розроблення технологічного процесу. Він безпосередньо впливає на трудомісткість, собівартість та ефективність усього циклу виготовлення деталі. Відповідно, правильний вибір повинен враховувати такі фактори, як:

- геометрична форма та розміри деталі;
- припуски на механічну обробку;
- точність розмірів (допуски);
- твердість і структура матеріалу;
- масштаб та серійність виробництва;
- економічна доцільність застосування певного методу отримання заготовки.

Вибір заготовки передбачає визначення способу її виготовлення, розрахунок припусків для обробки кожної поверхні, призначення допусків і параметрів точності.

У практиці машинобудування широко використовуються литі заготовки, зокрема методом лиття у кокіль - металеву багаторазову форму. Основні переваги цього методу:

- висока точність геометричних параметрів (до 12-го квалітету);
- низька шорсткість оброблюваних поверхонь (до Ra 4 мкм);
- зменшення припусків на механічну обробку;
- тривалий строк служби форми;
- хороші умови праці, придатність до механізації;
- відсутність потреби у модельному оснащенні;
- економічна ефективність при серійному виробництві.

Форми для кокільного лиття можуть бути повністю металевими або комбінованими - з використанням вставок із неметалевих матеріалів (наприклад, шамоту, кераміки).

Ще одним поширеним методом є лиття в напівсталеві форми (наприклад, з графіту, гіпсу або металокераміки). Такі форми дозволяють отримувати заготовки:

- масою від 0,2 до 10 000 кг;
- з точністю до 11-го квалітету;
- з шорсткістю поверхонь до Ra 5 мкм.

Цей спосіб часто застосовується для виготовлення заготовок із жароміцних і легированих матеріалів, зокрема для відповідальних елементів: турбінні лопатки, роторні елементи, високотемпературна арматура, інструменти з вольфрамових та молібденових сплавів.

У випадку виготовлення корпусних деталей, оптимальним методом є машинне формування з використанням металевих моделей замість дерев'яних. Незважаючи на вищі початкові інвестиції порівняно з ручною формовкою, машинне формування є економічно доцільним завдяки:

- високій точності та повторюваності форм;
- можливості механізації й автоматизації процесів;
- гнучкості переналаштування на інші типи виробів;
- суттєвому скороченню витрат на трудові ресурси;
- стабільному рівню якості та продуктивності.

Отже, вибір оптимального способу одержання заготовки є стратегічно важливим завданням технолога. Він повинен враховувати не лише технічні характеристики деталі, а й економічну ефективність виробництва, що у підсумку забезпечує конкурентоспроможність продукції.

Одним і єдиним способом одержання необхідної в даній роботі деталі – корпусу, є лиття. При цьому виробництві застосовують машинну формовку з використанням металевих модулів замість дерев'яних.

Економічно це оправдано, не дивлячись на те, що потрібні великі капітальні затрати порівняно з ручною формовкою, які швидко окуповуються оскільки лінія машинної формовки легко піддається автоматизації і механізації, достатньо універсальна, так як може бути швидко переналагоджена на виробництво іншої деталі.

Відливку приймаємо по І- класу точності. Розглянемо II варіанти одержання заготовки. Для цього визначаємо маси заготовок одержаних 2-ма способами, машинною і ручною формовкою.

Маса деталі по кресленню – 65 кг

Таблиця 2.5 – Розрахунок припусків та об'єму матеріалу на них.

Ручне формування	Машинне формування
Шар металу, який знімають з поверхні під прямокутну кришку	
Припуск - 3.5мм [5] $\delta=(464 \times 188 + 444 \times 168) \times 3.5 = 44240 \text{мм}^3$	Припуск – 2.5мм $\delta=(464 \times 188 + 444 \times 168) \times 2.5 = 31600 \text{мм}^3$
Шар металу, який знімають з бокової поверхні в Р-Р 180мм	
Припуск - 3.5мм [5] $\delta=[(3.14 \times 124^2 - 3.14 \times 106^2) + (3.14 \times 73^2 - 3.13 \times 55^2) + (3.14 \times 82^2 - 3.14 \times 55^2) + (3.14 \times 35^2 - 3.14 \times 30^2)] \times 3.5 = 118615 \text{мм}^3$	Припуск – 2.5мм $\delta=[(3.14 \times 124^2 - 3.14 \times 106^2) + (3.14 \times 73^2 - 3.13 \times 55^2) + (3.14 \times 82^2 - 3.14 \times 55^2) + (3.14 \times 35^2 - 3.14 \times 30^2)] \times 2.5 = 82173.8 \text{мм}^3$
Шар металу з бокової поверхні в Р-Р 190мм	
Припуск - 3.5мм [5] $\delta=[(3.14 \times 64^2 - 3.14 \times 45^2) + (3.14 \times 73^2 - 3.14 \times 55^2) + (3.14 \times 82^2 - 3.14 \times 55^2) + 3.14(35^2 - 30^2)] \times 3.5 = 148310 \text{мм}^3$	Припуск – 2.5мм $\delta=[(3.14 \times 64^2 - 3.14 \times 45^2) + (3.14 \times 73^2 - 3.14 \times 55^2) + (3.14 \times 82^2 - 3.14 \times 55^2) + 3.14(35^2 - 30^2)] \times 2.5 = 105935 \text{мм}^3$
Шар металу з отворів Ø12мм	
Припуск - 3мм [5] $\delta=[(3.14 \times (106^2 - 103^2) \times 16] \times 3 = 31500,48 \text{мм}^3$	Припуск – 2мм $\delta=[(3.14 \times (106^2 - 103^2) \times 16] \times 2 = 21100,8 \text{мм}^3$
Шар металу з отворів Ø30 і Ø30.1	
Припуск - 3мм [5] $\delta=[(3.14 \times (15^2 - 12^2) \times 20] \times 3 = 10173.6 \text{мм}^3$	Припуск – 2мм $\delta=[(3.14 \times (15^2 - 12^2) \times 20] \times 2 = 7033 \text{мм}^3$

Шар металу з отвором Ø110мм	
Припуск - 3мм [5] $\delta = [(3.14 \times (55^2 - 52^2)) \times (26 + 26 + 26 + 20)] = 98778.1 \text{ мм}^3$	Припуск – 2мм $\delta = [(3.14 \times (55^2 - 53^2)) \times (26 + 26 + 26 + 20)] = 66467.5 \text{ мм}^3$
Шар металу з поверхні Ø90мм	
Припуск - 3мм [5] $\delta = 3.14 \times (45^2 - 42^2) \times 3^2 = 26225 \text{ мм}^3$	Припуск – 2мм $\delta = 3.14 \times (45^2 - 42^2) \times 2^2 = 17684.5 \text{ мм}^3$
Шар металу з усіх поверхонь деталі	
$\sum \delta = 477842.7 \text{ мм}^3$	$\sum \delta = 331995.4 \text{ мм}^3$
Маса знятого матеріалу	
$M = 477842.7 \times 7.8 \times 10^{-6} = 3.75 \text{ кг}$	$M = 331995.4 \times 7.8 \times 10^{-6} = 2.59 \text{ кг}$
Маса заготовки	
$M_{\text{заг}} = M_{\text{дет}} + M = 65 + 3.74 = 68.75$	$M_{\text{заг}} = M_{\text{дет}} + M = 65 + 2.59 = 67.59$

2.3 Вибір технологічних і вимірювальних баз

Він є одним із ключових етапів у процесі проектування, оскільки саме від нього значною мірою залежить формування раціонального технологічного маршруту оброблення деталі. Правильно обрані бази впливають на подальший вибір технологічного обладнання, режимів обробки, типів і конструкцій пристроїв, вимірювальних та ріжучих інструментів, а також визначають точність взаємного розташування поверхонь і розмірів деталі.

Технологічні бази мають вирішальне значення для забезпечення високої точності обробки, стабільності параметрів, зменшення похибок базування і закріплення. Вони також визначають складність та конструктивні особливості пристосувань, необхідних для закріплення заготовки в процесі оброблення.

Процес вибору баз поділяється на дві складові:

- Вибір технологіч. баз, використовуються для встановлення й закріплення заготовки під час обробки;
- Вибір вимірювальних баз, які застосовуються для контролю розмірів і точності виготовлених поверхонь.

Правильний вибір базування суттєво впливає на точність взаємного розташування поверхонь, якість збирання виробу, продуктивність технологічного процесу та економічні показники виробництва. Водночас, помилки на цьому етапі можуть спричинити необхідність у переробці або підгонці, підвищену трудомісткість, складність налаштування технологічного обладнання та збільшення виробничих витрат.

Розробляються схеми базування і закріплення, які систематизуються у вигляді таблиці.

Таким чином, обґрунтований вибір технологічних баз є запорукою високої якості та точності виготовлення деталей, забезпечення надійності процесу складання й досягнення заданих техніко-економічних показників усього виробничого циклу.

Основними вихідними даними для обґрунтованого вибору технологічних баз є:

- робоче креслення деталі, яке містить повну інформацію про геометричну форму, розміри, допуски та вимоги до взаємного розташування поверхонь;
- технічні умови на виготовлення, що визначають вимоги до точності, шорсткості, механічних властивостей і функціонального призначення деталі;
- тип та стан заготовки, включаючи способи її виготовлення (лиття, кування, штампування тощо), а також якість поверхонь, які можуть слугувати базами;
- рівень автоматизації виробництва, оскільки від нього залежить вибір способів установа та закріплення заготовки (ручне, механізоване, автоматизоване);
- серійність і масштаб виробництва, що впливають на доцільність застосування спеціальних або універсальних пристроїв для базування.

Крім того, під час вибору баз враховуються технологічна послідовність оброблення, наявність технологічних переходів, умови доступу ріжучого інструмента та можливість суміщення технологічної і виміральної баз для підвищення точності та зменшення похибок.

Проаналізувавши креслення даної деталі, можна стверджувати, що найбільш відповідною поверхнею в процесі механічного оброблення всієї деталі є поверхні 1, 2 і 3, тому вони будуть виступати в якості технологічних, вимірвальних та конструкторських баз.

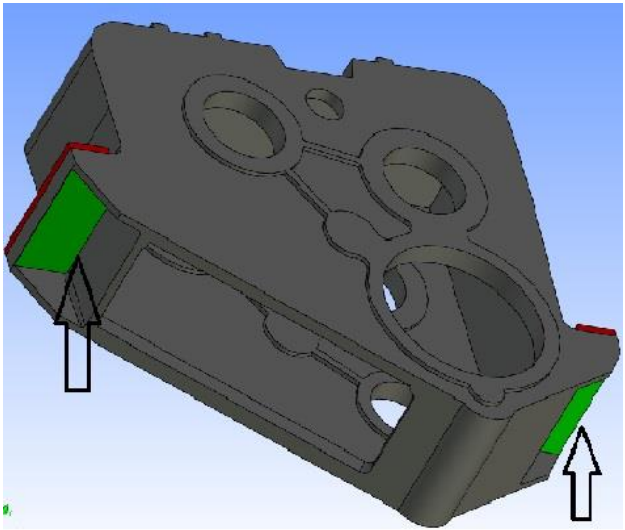
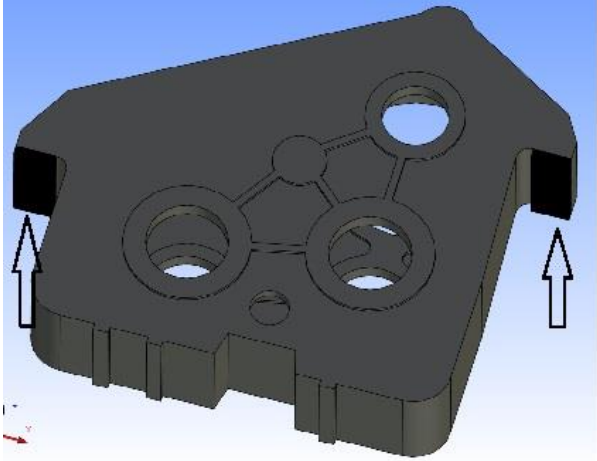
Отже використовуючи поверхні 1, 2 і 3 в якості баз, буде дотримано принцип суміщення баз, принцип максимальної кількості оброблених поверхонь з однієї установки, що має велике значення в серійному виробництві.

Вибір і обґрунтування базових поверхонь.

Для найбільшої точності виготовлення корпусу використаємо принцип постійності і суміщення баз, щоб по можливості заготовку виготовити і виміряти від одної і тої ж самої поверхні.

Виходячи із вказаних загальних положень вибираємо наступні базуючі поверхні при обробці корпусу.

Таблиця 2.6 – Вибір базових поверхонь

№	Назва операції	Оброблювані поверхні	Базові поверхні
005	Вертикально-фрезерна	Виступи для кріплення в розмір 22 мм	
010	Агрегатно-свердлильна	Отвори Ø18мм, Ø36мм	
015	Поздовжньо-фрезерна	Дві бокові сторони корпусу в Р-Р 190мм і площину під кришку	-//-
020	Агрегатно-свердлильна	Всі різьбові отвори під кріплення	-//-
025	Агрегатно-розточна	Отвори Ø212, Ø90, Ø110, Ø30, Ø30.1, Ø22.5 (мм)	-//-
030	Агрегатно-свердлильна	Ø11.5мм К 3/4 ^н	-//-

2.4 Вибір варіанту технологічного маршруту механічного оброблення.

Проаналізувавши технологіч. маршрут механіч. оброблення згідно базового ТП можна зробити висновок, що при даній конструкції деталі він є не оптимальним, і потребує раціональних змін, для підвищення продуктивності виробництва. Основним завданням є зменшення кількості операцій технологічного процесу та спростити сам процес оброблення за рахунок спеціальних пристосувань.

В підтвердження вищесказаного можна привести виконання наступних основних принципів:

- 1) базові поверхні є простими за формою і мають достатньо жорсткість при механічній обробці;
- 2) витриманий принцип суміщення технологічних, конструкторських та вимірювальних баз, а також принцип сталості баз;
- 3) забезпечується можливість оброблення з однієї установки максимальної кількості поверхонь.

Покращити техніко-економічні показники ТП механічного оброблення можна лише за рахунок використання сучасного високопродуктивного обладнання. Завдяки цьому зменшується кількість операції механічного оброблення та технологічний час оброблення, це призводить до зменшення коштів та часу підприємства, а також забезпечення високої якості деталі завдяки новому високопродуктивному обладнанню та дотримання принципу сумісності баз.

У більшості випадків для досягнення заданих технічних параметрів деталі можливе застосування кількох альтернативних варіантів оброблення. Ці варіанти можуть відрізнятися як за кількістю технологічних переходів для оброблення тієї чи іншої поверхні, так і за послідовністю їх виконання.

Під час вибору оптимального маршруту оброблення перевага надається тому варіанту, який забезпечує мінімальну кількість переходів, скорочує час обробки, знижує трудомісткість і водночас гарантує досягнення необхідних геометричних розмірів, точності та параметрів шорсткості поверхонь.

Окрім цього, кожен з варіантів маршрутів підлягає аналізу на технологічну сумісність, тобто узгодженість між окремими операціями, припусками, базуванням, режимами обробки, а також відповідність можливостям використовуваного обладнання, оснащення та інструменту.

Особливу увагу приділяють можливості поєднання обробки кількох поверхонь за один установ, що дозволяє:

- скоротити кількість переналадок обладнання;
- зменшити похибки повторного базування;
- підвищити точність взаємного розташування поверхонь;
- оптимізувати витрати виробничого часу.

Таким чином, обґрунтований вибір технологічного маршруту обробки є результатом комплексного аналізу технічних, економічних та організаційних факторів і має на меті забезпечити раціональне, точне та ефективне виготовлення деталі в умовах конкретного виробництва.

Таблиця 2.7 – Технологічні умови на виготовлення корпусу

Технічні умови	Квалітет	Параметр	Метод забезпечення і його обґрунтування
1. Відхилення від співвісності Ø90, Ø212, Ø30, M30.1, Ø110, 2-х Ø22.5 не більше 0.04мм	7	n = 20	При обробленні на агрегатному верстаті співвісність досягається в межах 0,015мм і перпендикулярність 0,01мм.
2. Відхилення від нормальної осі отворів Ø90, Ø212, Ø30, Ø30.1, 2-х отв. Ø110, 2-х отв. Ø22.5 не більше 0.04мм	7	n = 20	Жорсткість системи СПІД забезпечує вимоги 1-го отвору відносно 2-го.
3. Биття поверхні Х відносно пов Е, відносно осі поверхні К,1,О не більше 0.1мм на радіусі 80 мм	7	n = 20	-//-

4. Зміщення осей різьбових отворів відносно один одного, не більше 0,15 мм	7	n = 20	-//-
---	---	--------	------

2.5 Визначення припусків на оброблення та розмірів заготовки

Призначення припусків на обробку поверхонь деталей є важливим етапом у проектуванні технологічного процесу. Припуски можна визначати за допомогою довідкових таблиць, національних стандартів (ДСТУ) або шляхом застосування розрахунково-аналітичного методу.

Використання довідкових таблиць і нормативів, таких як ДСТУ, дозволяє швидко отримати значення припусків незалежно від конкретних умов обробки. Однак такі припуски мають уніфікований, орієнтовний характер, і тому в багатьох випадках є завищеними. Вони закладають додаткові технологічні резерви, що може призводити до перевитрати матеріалу, збільшення трудомісткості та собівартості виготовлення.

Для більш точного і економічно обґрунтованого призначення припусків доцільно застосовувати розрахунково-аналітичний метод. Цей метод базується на детальному аналізі впливу факторів, які формують припуск на кожному технологічному переході, починаючи з чорнової заготовки й завершуючи чистовою обробкою.

Суть методу полягає у аналізі виробничих похибок, що виникають на попередніх та поточних переходах обробки; визначенні величин елементів припуску (невирівняність поверхні, похибка базування, зміщення осі, похибка установки, похибка інструменту, деформації тощо); сумуванні всіх складових з урахуванням необхідного технологічного і контрольного резерву; обчисленні проміжних розмірів заготовки на кожному етапі оброблення.

Застосування цього методу забезпечує оптимальне використання матеріалу (економія до 6–15 % від маси готової деталі); зменшення трудомісткості механічної обробки; раціональний вибір установчих баз і методів оброблення; зниження зносу та витрат ріжучого інструменту; підвищення точності та якості виготовлення без необґрунтованих перевитрат.

У порівнянні з дослідно-статистичними методами, які базуються на емпіричних даних і досвіді виробництва, розрахунково-аналітичний підхід є більш точним, об'єктивним та адаптивним до конкретних умов виробництва.

Таким чином, для досягнення високої ефективності та економічності виробничого процесу доцільно використовувати саме розрахунково-аналітичний метод призначення припусків, особливо в умовах серійного та масового виробництва.

Розрахунок припусків проводять у такій залежності:

– асиметричний мінімальний припуск при послідовному обробленні протилежних поверхонь:

$$z_{i\min} = R_{zi-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + E_i ; \quad (2.8)$$

– асиметричний мінімальний припуск при паралельному обробленні протилежних поверхонь:

$$2z_{i\min} = 2(R_{zi-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + E_i) ; \quad (2.9)$$

Аналітичний розрахунок припусків і між операційних розмірів на поверхнях отворів $\varnothing 90^{+0.022}_{-0.013}$

Розрахунок ведемо за формулою

$$2Z_B \geq 2[(R_Z + T_A) + \sqrt{\rho_A^2 + E_y^2}] ; \quad (2.10)$$

Заготовка – відливання 2-го класу точності, масою 65 кг. Технологічний маршрут обробки отвору складається з: чорнового і чистового розточування і протягування.

Базами для заготовки служать площини 22 мм і отвори в них Ø18 Н7.

Розрахунок припусків зводиться в таблицю.

Сумарне значення R_z і $T_a = 700$ мкм [2]

Після першого переходу T_a для деталі з чавуну виключено із розрахунків.

Для чорнового розточування $R_{z2}=50$ мм

Для чистового розточування $R_{z3}=20$ мм

Для розточування $R_{z4}=10$ мм

Сумарне значення просторових відхилень

$$\rho_3 = \sqrt{\rho_{пор}^2 + \rho_{см}^2} ; \quad (2.11)$$

нормування враховуємо, як в діаметральному, так і в осьовому

$$\rho_{кор} = \sqrt{(\Delta R_d)^2 + (\Delta K_c)^2} ; \quad (2.12)$$

$$\rho_{кор} = \sqrt{(0.7 \times 90)^2 + (0.7 \times 32)^2} = 23 \text{ мм} ;$$

При визначенні $\rho_{см}$ приймаємо: точність розміщення базових пов-нь відносно оброблювання.

Сумарне зміщення отвору в відливці відносно зовнішньої поверхні:

$$\rho_{см} = \sqrt{\left(\frac{\sigma'}{2}\right)^2 + \left(\frac{\sigma''}{2}\right)^2} = \sqrt{400^2 + 600^2} = 721 \text{ мкм} ;$$

Сумарне значення просторових відхилень заготовки

$$\rho_{заг} = \sqrt{(25)^2 + (721)^2} = 724 \text{ мкм} ;$$

Кінцеве просторове відхилення:

– після чорнового розточування:

$$\rho_1 = 0.05; \quad \rho_{заг} = 0.05 \times 724 = 36 \text{ мкм};$$

– після чистового розточування:

$$\rho_2 = 0.04; \quad \rho_{заг} = 28 \text{ мкм};$$

Похибка установлення при чорновому розточуванні:

$$E_1 = \sqrt{E_{\sigma}^2 + E_{\delta}^2}, \quad (2.13)$$

Ця похибка виникає через зміщення заготовки в горизонтальній площині під час її встановлення на штирі пристрою. Зсув відбувається через зазори між найбільшим діаметром установчих отворів і найменшими діаметрами отворів.

$$\delta_{max} = \delta_a + \delta_b + \delta_{min}; \quad (2.14)$$

Максимальний кут повороту на штирях можна визначити як відношення найбільшого зазору при повороті в один бік від середнього положення до відстані між базовими поверхнями.

$$tg\alpha = \frac{0.018 + 0.018 + 0.016}{\sqrt{620^2 + 100^2}} = 0.0008.$$

Похибка базування на довжині оброблюваного отвору l :

$$E_{\delta} = l \times tg\alpha = 32 \times 0,0008 = 25 \text{ мкм}.$$

Похибку закріплення

$$E_{\delta} = 120 \text{ мкм [2]}.$$

Тоді похибка установлення:

$$E_y = \sqrt{25^2 + 120^2} = 122 \text{ мкм}.$$

Залишкова похибка установки при чистовому розточуванні:

$$E_q=0.05 \ E_I=6 \text{ мкм};$$

Таблиця 2.8 – Припуски та граничних розміри на оброблення $\varnothing 90^{+0.022}_{-0.013}$

Техноло-гіч. переходи обробл. пов- ні $\varnothing 90^{+0.022}_{-0.013}$	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск, мкм	Розрахунковий розмір мм	Допуск, мм	Граничні розміри, мм		Розрахун- кові граничні припуски	
	R_z	T	ρ	ε_y				$D_{\min}$	$D_{\max}$	$2Z_{i\min}$	$2Z_{i\max}$
Заготовка	700	-	724		—	86,84	1600	85,24	86,85		
Розточу- вання:											
чорнове	50	—	36	122	2×1434	89,713	350	89,36	89.71	2870	4120
чистове	20	—	28	6	2×86,5	89,886	140	89,74	89.88	170	380
Розверту- вання	10	—	—	—	2×48	90,022	40	89,98	90.02	140	240
Разом										3180	4740

На основі табличних даних розраховуємо мінімальну похибку між операційних припусків на основі формули:

$$2Z_{i\min} = 2 \cdot \left(R_{zi-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right). \quad (2.15)$$

Мінімальн. припуск для розточування:

— чорнове

$$2Z_{i\min} = 2 \cdot (700 + \sqrt{724^2 + 122^2}) = 2 \times 1434 \text{ мкм};$$

— чистове

$$2Z_{i\min} = 2 \cdot (50 + \sqrt{36^2 + 6^2}) = 2 \times 86.5 \text{ мкм};$$

Розвертування:

$$2Z_{i\min} = 2 \cdot (50 + \sqrt{28^2}) = 2 \times 48 \text{ мкм};$$

Знаходимо розрахункові розміри для розточування:

— чистове

$$d_{p1} = 90,022 + 2 \times 0,048 = 89,886 \text{ мм};$$

— чорнове

$$d_{p2} = 89,886 + 2 \times 0,0865 = 89,713 \text{ мм};$$

— для заготовки

$$d_{p3} = 89,713 + 2 \times 1,434 = 86,845 \text{ мм};$$

Найбільші граничні розміри:

$$d_{\min 3} = 90,022 - 0,040 = 89,98 \text{ мм};$$

$$d_{\min 2} = 89,98 - 0,140 = 89,71 \text{ мм};$$

$$d_{\min 1} = 89,71 - 0,35 = 89,36 \text{ мм};$$

$$d_{\min \text{ заг}} = 89,36 - 1,6 = 85,24 \text{ мм}.$$

Мінімальне граничне значення припусків для розточування:

$$2Z_{\min 3}^{\text{np}} = 90,02 - 89,88 = 0,40 \text{ мкм};$$

— для чистового:

$$2Z_{\min 2}^{\text{np}} = 89,88 - 89,84 = 170 \text{ мкм};$$

— для чорнового:

$$2Z_{\min 1}^{\text{np}} = 89,71 - 86,84 = 2870 \text{ мкм};$$

Максимальне граничне значення припусків:

— для розточування

$$2Z_{\min 3}^{\text{np}} = 89,91 - 89,74 = 240 \text{ мкм};$$

— для чистового точіння

$$2Z_{\min 2}^{\text{np}} = 89,74 - 89,36 = 380 \text{ мкм};$$

— для чорнового точіння

$$2Z_{\min 1}^{\text{np}} = 89,36 - 85,24 = 4120 \text{ мкм};$$

Загальні припуски:

$$2Z_{0\min} = 140 + 170 + 2870 = 3180 \text{ мкм};$$

$$2Z_{0\max} = 240 + 380 + 4120 = 4740 \text{ мкм};$$

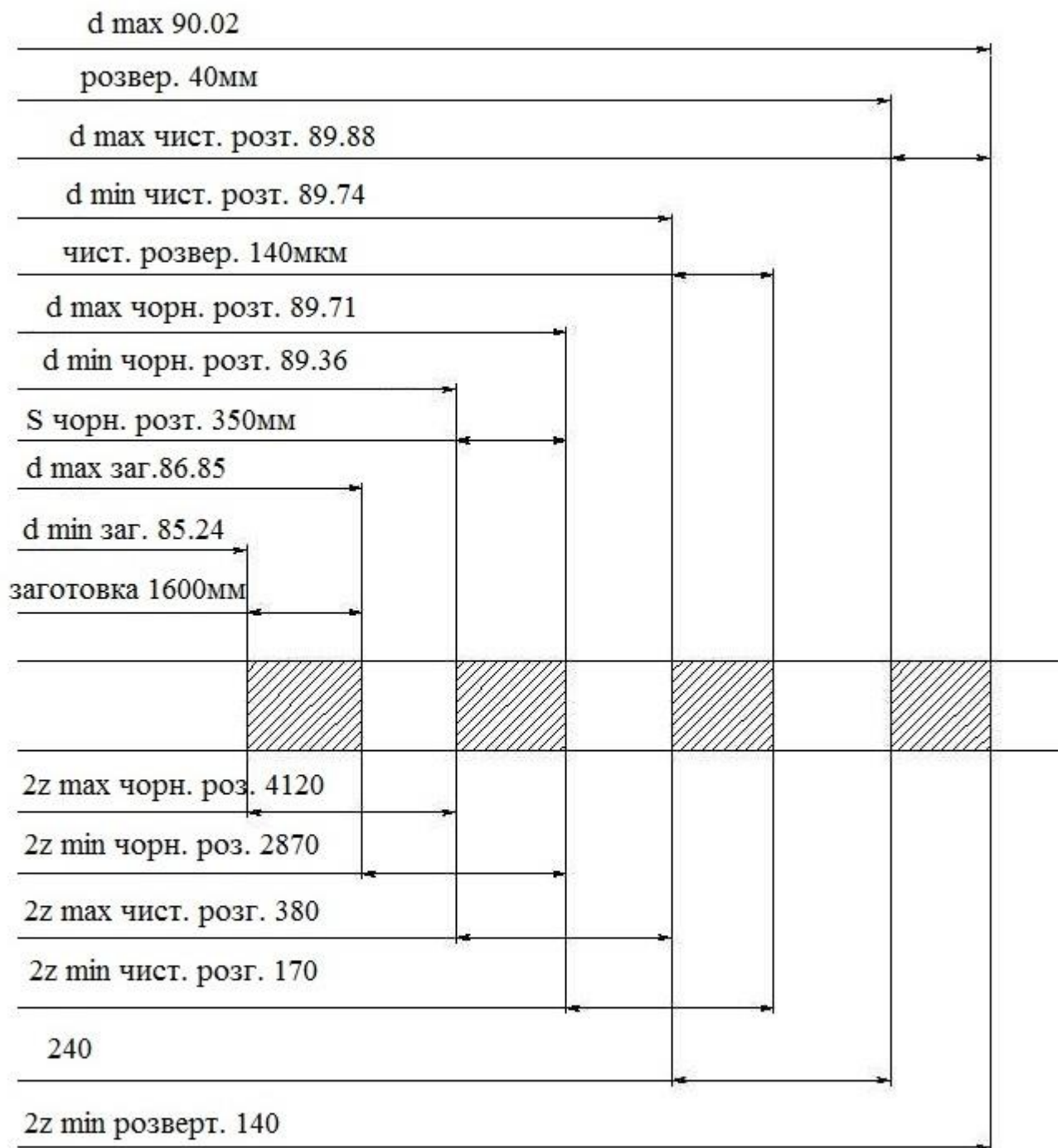


Рисунок 2.1 – Схема графічного розмічування припусків і допусків на оброблення отворів $\varnothing 90_{-0.013}^{+0.022}$ корпусу механізму зворотного руху і роздаткової коробки.

2.6 Розмірний аналіз технологічного процесу

При виборі технологічного обладнання необхідно враховувати низку важливих аспектів, що забезпечують ефективність і економічність виробничого процесу. Загальні вимоги та рекомендації з цього питання викладені в стандарті ДСТУ 2.114:2018.

Першочерговий відбір груп обладнання здійснюється на основі визначення методів оброблення поверхонь, що забезпечують оптимальне виконання технологічного маршруту та мінімальні витрати на робочому місці. Це вибирання спирається на результати техніко-економічного обґрунтування, яке враховує такі параметри, як ціна, габаритні розміри, потужність і продуктивність верстатів.

Наступним кроком деталізації вибору є оцінка здатності обладнання не лише відповідати необхідним розмірам, формам та якості оброблюваних деталей, але й задовольняти додаткові важливі критерії:

- відповідність габаритів верстата розмірам оброблюваних деталей;
- забезпечення продуктивності, що відповідає обсягам виробництва;
- можливість механізації та автоматизації технологічного процесу для підвищення ефективності та зниження трудових витрат;
- реальна доступність обладнання на ринку, що дозволяє його своєчасне придбання;
- перевага використання устаткування, яке вже є в наявності на підприємстві, що сприяє оптимізації капітальних вкладень і скороченню часу запуску виробництва.

Таким чином, вибір технологічного обладнання має бути комплексним і базуватися на техніко-економічних, технічних та організаційних аспектах, що забезпечить високу якість продукції та ефективність виробничого процесу.

Враховуючи викладені вимоги вибираємо такі верстати:

- Агрегатний поздовжньо-фрезерий верстат А662 (на операції 005, 015);
- Радіально-свердлильний верстат 2М57 (на операції 010, 020).
- Горизонтально-розточний верстат 2А620-1.

2.7 Вибір різальних, вимірювальних та допоміжних інструментів

Вибір різального та вимірювального інструменту здійснюється відповідно до рекомендацій з урахуванням даних про інструмент, наведені в діючому ТП. Результати проведеного вибору оформлюються у вигляді таблиці, що наведена в Додатку А.

Таблиця 2.9 – Вибір різального та вимірного інструменту.

№ з/п	Назва операції	Інструмент	
		Різальний	Вимірний
1	2	3	4
1.	005 Вертикально-фрезерна	Фреза торцева швидкорізальна ВК8, Z=8	Шаблон спец. ІВ6-00001 Шаблон спец. ІВ6-00002
2.	010 Агрегатна 1. Свердлити одночасно 2 отвори 2. Центрувати чотири отвори 3. Розвернути два отвори	Свердло Р6М5 ДСТУ ISO 1832:2009 Центрувальне свердло Р6М5 Розвертка Р6М5	Пробка 3,0Н12 ДСТУ ISO 1832:2009
3.	015 Поздовжньо-фрезерна	Фреза Ø160 швидкорізальна ВК8, Z=8 ДСТУ ISO 3547-1:2017	Шаблон спеціальний ІВ6-00002
4.	020 Агрегатна 1. Центрувати 20 отворів 2. Свердлити 20 отворів 3. Нарізати різь 20 отворів	Центрувальне свердло Р6М5 Свердло Р6М5 ДСТУ ISO 1832:2009 Мітчик Р6М5	Пробка ДСТУ ISO 1832:2009 Шаблон калібр ІВ1-00008
5.	025 Агрегатна 1. Розточити отвір, свердлити 2 отвори 2. Розвертувати отвір	Різець розточний ВК8 Свердло Р6М5 Розвертка Р6М5	Пробка ДСТУ ISO 1832:2009 Пробка 3,0Н12 ДСТУ ISO 1832:2009

6.	030Арегатна 1. Свердли́ти 3 отвори 2.Розвернути 3 отвори 3.Нарі́зати різь	Свердло Р6М5 ДСТУ ISO 1832:2009 Розвертка Р6М5 Мітчик Р6М5	Пробка ДСТУ ISO 1832:2009 Пробка 12,0Н12 ДСТУ ISO 1832:2009 Шаблон калібр ІВ1-00008
----	--	--	--

2.8 Розроблення технологічного маршруту виготовлення деталі з вибором обладнання

Відповідно типу виробництва, конструкції пропонуємо наступний маршрут оброблення корпусу механізму зворотнього ходу і роздаткової коробки.

Операція 005. Фрезерна

Обробити дві поверхні в р-р 22мм.

Операція 010. Свердлильна

Свердли́ти два отвори Ø18мм, два отвори Ø17.5мм.

Розвернути 20 отворів Ø18Н9 і зенкувати 40 отворів Ø36мм.

Операція 015. Фрезерна

Фрезерувати 2 бокові поверхні в р-р 190мм і поверхню під кришку під кутом 54°.

Операція 020. Свердлильна

Обробити 20 отворів М6-6Н і 42 отв. М8-6Н, М10, 2 отв. Ø4 мм з трьох сторін деталі.

Операція 025. Розточна

Обробити отвір Ø212 мм, Ø90 мм, 4отв. Ø110 мм, 2отв. Ø22.5 мм, Ø30 мм, Ø30.1 мм, 2отв Ø28 мм.

Операція 030. Свердлильна

Обробити поверхні К 1/2, 2отв. К 1/4, М36х2, К 3/4

Вибір технологічного обладнання

Агрегатно поздовжньо фрезерний верстат А632

Верстат використовується для одночасного фрезерування плоских поверхонь важких заготовок з обох боків за допомогою торцевих, циліндричних або кінцевих фрез. Він ефективний у серійному та масовому виробництві. За умови, що деталі середніх розмірів розміщені на столі по одній лінії, їх також можна обробляти одночасно.

Радіально-свердлильний верстат 2М57

Висока гнучкість для оброблення отворів у всіляких металевих деталях завдяки трьом окремим робочим станціям.

Свердління окремих виробів, серійна робота з деталями будь-яких форм і типорозмірів: дрібних, середніх, великих, великої довжини і виробів складної форми - 2М57 виконують виробничі завдання будь-якого рівня складності.

Свердлильні верстати 2М57 вигідно відрізняються від інших металорізальних верстатів можливістю оброблення деталей висотою до 1,5 м.

Свердління і нарізування різьблення навіть під кутом можливо завдяки поворотним столам на двох робочих станціях практично у всьому обсязі.

Горизонтально-розточний верстат 2А620-1

Розточувальні верстати призначені для комплексного оброблення складних металевих деталей. На верстатах вироблятися свердління, зенкерування, розгортання отворів, розточування отворів консольними оправленнями, фрезерування площин (у тому числі по прямокутному контуру), нарізування різьблень. Верстати оснащені автоматичною вимірювальною системою

2.9 Визначення режимів оброблення та технічних норм часу

Режими різання при проектуванні технологічних процесів механічного оброблення можуть бути призначені двома шляхами: призначенням по довідковій літературі або розрахунково-аналітичним методом.

Розрахунково-аналітичний метод застосовується при призначенні режимів різання для оброблення складних поверхонь.

Розрахунок проводимо двома методами:

- розрахунково-аналітичним;
- нормативним;

Операція 010 Агрегатно-свердлильна

Позиція 1. Встановити деталь і закріпити.

Позиція 2. Свердлити 2 отвори Ø17.5мм і 2 отвори Ø18мм.

Розрахунок ведемо по більшому діаметру свердління.

Глибина різання:

$$t = 0,5 \cdot D \quad (2.11)$$

$$t = 0,5 \cdot 18 = 9 \text{ мм}$$

Призначаємо подачу згідно [5]:

$$S = S \cdot D^{0.6} \text{ мм/об} \quad (2.16)$$

де $S = 0.058$ [3];

$D = 18 \text{ мм}$ – діаметр свердла

$$S_0 = 0.058 \cdot 18^{0.6} = 0.362 \text{ мм/об}$$

Приймаємо $S_0 = 0.35 \text{ мм/об}$,

Швидкість різання [6]

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v \quad (2.17)$$

де $T=32xв$ – стійкість свердла [6]

Коефіцієнти: $C=11400$; $n_l=1.3$ [3]

$$v = \frac{114000 \times 2.07}{1.535 \times 1 \times 0.64} = 37 \text{ м/хв.}$$

Частота обертів:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} \quad (2.18)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 37}{\pi \cdot 18} = 655 \text{об / хв}$$

Сила різання:

$$P_x = C_l \times D^z \times S^y \times HB^h \quad (2.19)$$

де $C_l = 2.6$; $z=1$; $y=0.8$; $n=0.6$ [6]

$$P_x = 4800 \text{ Н}$$

Момент різання:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (2.20)$$

де $C_m=1$; $Z=2$; $y=0.8$; $n=0.6$; [6]

$$M_{кр} = 1.8 \times 18^2 \times 0.35^{0.8} \times 200^{0.6} = 31.27 \text{ Нмм}$$

Так як верстат підготовлений по замовленню, то приймаємо режими різання, одержані по розрахунку.

Машинний час:

$$T_{01} = \frac{L \times p \times k}{n \times \delta_0} \quad (2.21)$$

де $L \times p \times k = y + l + y_1$

$y = 9$ мм – довжина відрізування;

$l = 22$ мм – довжина;

$y_1 = 2$ мм – довжина перебігу свердла;

$L \times p \times k$ – довжина шляху свердла;

$$L \times p \times k = 9 + 22 + 2 = 33 \text{ мм.}$$

$$T_{01} = \frac{33}{655 \times 0.35} = 0.128 \text{ хв}$$

Позиція 3. Цекувати 4 поверхні Ø36 мм на глибину 2 мм.

Глибина різання: $t = 0,5 \cdot D$

$$t = 0,5 \cdot 18 = 9 \text{ мм}$$

Призначаємо подачу згідно [5, ст. 277, табл. 25]:

$$S = S \cdot D^{0.6} \text{ мм/об.}$$

$$S = 0,113 \cdot 36^{0.6} = 0,95 \text{ мм/об,}$$

де $S=0,113$ [3]

Подача на зуб:

$$S_z = S/z \tag{2.22}$$

$$S_z = 0.95/4=0.24 \text{ мм/зуб}$$

Швидкість різання:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v,$$

де $T = 30$ хв – стійкість свердла [6]

Коефіцієнти: $C = 979000$; $n_1 = 1,3$ [3]

$M = 0,4$; $z = 0,1$; $y = 0,45$; $z = 0,4$ [3]

$$v = \frac{979000 \times 36^{0.4}}{30^{0.4} \times 9^{0.1} \times 0.9^{0.45} \times 200^{1.5}} = 139 \text{ м/хв.}$$

Частота обертів:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 139}{\pi \cdot 18} = 123 \text{об / хв}$$

Машинний час:

$$T_{02} = \frac{L \times p \times k}{n \times \delta_0}$$

де $L \times p \times k = 2 \text{ мм.}$

Підставивши отримані дані в формулу отримаємо:

$$T_{02} = \frac{2}{125 \times 0.95} = 0.017 \text{хв.}$$

2.10 Техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу виготовлення деталі

Вихідними даними для розрахунку економічної ефективності ТП виготовлення корпусу є:

- ТП виготовлення деталі;
- поопераційні штучні норми часу оброблення;
- річна програма випуску деталі.

Розрахунок необхідної кількості основного виробничого устаткування

Кількість $C_{\text{розр}}$ визначається:

$$C_{\text{розр},i} = \frac{T_{\text{факт},i}}{F_{\text{д}}}, \quad (2.23)$$

Дійсний річний фонд часу

$$F_{\partial} = s \cdot F_{ном} \cdot \left(1 - \frac{\gamma}{100}\right), \quad (2.24)$$

Номінальний річний фонд часу

$$F_{ном} = (F_{\kappa} - F_{нероб}) \cdot q, \quad (2.25)$$

Номінальний річний фонд часу роботи одиниці устаткування в одну зміну буде дорівнювати:

$$F_{ном} = (365 - (5272 - 6)) \cdot 78 = 2040 \text{ год.}$$

Тоді дійсний річний фонд часу роботи одиниці устаткування в одну зміну буде рівний:

$$F_{\partial} = 2040 \cdot \left(1 - \frac{5}{100}\right) = 1938 \text{ год.}$$

Коефіцієнт завантаження на i -тій операції $K_{зав.i}$ визначимо із залежності:

$$K_{зав.i} = \frac{C_{розр.i}}{C_{пр.i}}, \quad (2.26)$$

Середній коефіцієнт завантаження устаткування ділянки:

$$K_{зав.сер} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{зав.i}}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n C_{розр.i}}{\sum_{i=1}^n C_{пр.i}}, \quad (2.27)$$

Розрахунок вартості устаткування

Вартість технологічного устаткування визначаємо на основі розрахованої кількості устаткування, його ціни придбання, транспортних монтажних витрат (приймаємо рівними 8...10% вартості). Вартість енергетичного устаткування,

його транспортування і монтаж приймаємо в розмірі 80...100 грн. на 1 кВт встановленої потужності. Вартість транспортного устаткування цеху - 1...2% вартості технологічного устаткування. Вартість контрольно-вимірального устаткування й засобів - 100...120 грн. на один верстат.

Вартість цінного інструменту і пристроїв тривалого користування - 10 ... 15% вартості технологічного устаткування. Вартість виробничого інвентарю 1...1.5% вартості технологічного устаткування; вартість господарського інвентарю - 30...40 грн. на кожного основного і допоміжної робітника і 70...80 грн. на кожного ІТП і РКП.

Визначення вартості матеріалів

Витрати на основні матеріали, комплектуючі і напівфабрикати визначаємо на основі виробничої програми цеху, норм витрат на одиницю виробу і їх вартості за цінами придбання з врахуванням транспортно - заготівельних витрат (в межах 10% вартості матеріалів за цінами придбання) за винятком вартості зворотних відходів.

Номінальн. річний фонд часу роботи, год	2040
Річна програма випуску, шт	44000
Маса основної деталі, кг	65
Маса заготовки основної деталі, кг	67.5
Прейскурантна ціна 1 т матеріалу осн. дет., грн	5200
Прейскурантна ціна 1 т відходів осн. дет., грн	950
Коефіцієнт використання норм	105

Транспортно-заготівельні витрати які включають в себе витрати на транспортування, зберігання та доставку, а також втрати від нестачі матеріальних цінностей у дорозі в межах природного убутку приймаємо розмірі 10...12% вартості матеріалів за цінами придбання. Витрати на куповані матеріали, що використовуються у процесі виробництва, беремо розмірі 0.5...1% вартості основних матеріалів.

Розрахунок річного фонду оплати праці

До річного фонду оплати праці відносять основна і додаткова заробітна плата працівників дільниці, зайнятих в виробничому процесі виготовлення виробу.

Чисельність допоміжних виробничих робітників, зайнятих обслуговуванням устаткування приймаємо рівною 60% від їх загальної кількості.

Середній тарифний коефіцієнт

$$K_{m.сер} = \frac{\sum_{j=1}^n K_{m.j} \cdot R_j}{\sum_{j=1}^n R_j}, \quad (2.28)$$

Розряд робітників визначається аналогічно.

Під час розрахунку фонду основної заробітної плати робітників передбачається, що основні робітники працюють за відрядною формою оплати праці, тоді як допоміжні - за погодинною. Фонд основної (тарифної) заробітної плати для робітників-відрядників:

$$З_{осн.в} = c_{год1} \cdot K_{m.сер} \cdot T_{норм.з}, \quad (2.29)$$

Фонд основної (тарифної) заробітної плати робітників-погодинників:

$$З_{осн.г} = c_{год1} \cdot K_{m.сер} \cdot R_{сп} \cdot F_{эф.р}, \quad (2.30)$$

Таблиця 2.10 – Розрахунок чисельності основних виробничих робітників

№ з/п	Назва робіт	Професія робітника	Загальна річна фактична трудо-місткість, $T_{факт.заг}$	Ефект. річний фонд часу при однозв. роб., $F_{эф.р}$	Розрах. кільк. осн. роб.	Прийн. кільк. осн. роб.	Коеф. зав. роб. $K_{зр}$
1	Фрезер.	фрезер.	533,09	1795,20	0,30	1	0,30

2	Агрегат.	сверд.	304,77	1795,20	0,17	1	0,17
3	Фрезер.	фрезер.	202,69	1795,20	0,14	1	0,14
Разом:			1040.55	1795,20	0,61	3	0,61

Таблиця 2.11 – Розрахунок витрат за матеріали, напівфабрикати і комплектуючі вироби

<i>№ з/п</i>	<i>Назва показника</i>	<i>Одиниця виміру</i>	<i>Величина показника</i>
1	Річна програма випуску	шт.	44000
2	Річна програма запуску	шт.	46452
3	Марка матеріалу	-	СЧ18
4	Вид заготовки	-	Виливка
5	Маса заготовки	кг	67,5
6	Маса деталі	кг	65
7	Маса відходів	кг	2.5
8	Ціна 1 т матеріалу	грн./т	5200
9	Ціна 1 т брухту	грн./т	950
10	Вартість заготовок на річну програму запуску	грн.	57200
11	Транспортно-заготівельні витрати	грн.	16579,68
12	Загальна вартість матеріалів на річну програму запуску	грн.	90420
13	Вартість зворотніх відходів на річну програму випуску	грн.	10450
14	Вартість матеріалів на одиницю продукції	грн./шт	30,14
15	Вартість зворотніх відходів на од. продукції	грн./шт	1,730

Таблиця 2.12 – Штатний розпис робітників

Категорія	Кількість робітників	У тому числі за розрядами						Середній тарифний розряд	Середній тарифний коєф.
		5	6	7	8	9	10		
1 Основні робітники	3	0	0	0	1	1	1	9,00	2,27
2 Допоміжні робітники									
2.1 Зайняті обсл. уст-ня	1	0	0	0	0	0	1	9,50	2,38
2.2 Решта	1	0	0	0	0	1	0	10,00	2,49
Разом:	5	0	0	0	1	2	2	9,22	2,32

Таблиця 2.13 – Розрахунок річного фонду оплати праці ПВВ цеху, грн.

Назва категорій працюючих	Фонд основної заробітної плати	Фонд додаткової зароб. плати		Фонд оплати праці	Середньомісячна заробітна плата одного працюючого	Відрахування на соціально заходи				Фонд оплат з відрахувань на соціальні заходи
		Доплати, надбавки	премії			соціальне страхування	фонд чорнобиля	фонд спр. зайнят.	пенс. фонд	
1 Основні роб-ки	2975,37	675,04	1202,78	4512,67	56,45	310,45	295,66	78,68	2164,41	8955,56
2 Допоміжні робітники										
2.1 Зайняті обслуговування устаткування	4634,675	886,67	1330,56	6452,16	324,67	236,78	297,67	82,45	1848,47	7841,85
2.2 Решта	1700,55	370,16	490,27	3760,67	255,86	118,05	145,04	54,57	854,27	3648,56
Разом:	7910,58	1662,16	2473,17	15365,77	173,76	734,63	568,89	199,64	8177,09	23046,56
3 ІТП	25600	0	9040	34270	1360	1509,60	1412,0	443,60	9376,7	47092
4 Службов. ОКП	2660	0	1480	8780	790	290,20	384,0	1104,20	2349,6	12799
5 МОП	5600	0	12530	47730	46730	1589,2	2336,5	630,95	18313,6	8949,67
Разом:	36200	0	11530	46730	941,88	1489,2	2536,5	680,95	15313,6	68740,25
Разом по цеху:	39950,51	1890,103	12573,15	60705,77	292,41	5623,83	3204,789	951,4366	19590,65	91786,47

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Вибір пристосувань для механічного оброблення

Принцип вибору пристосувань для механічного оброблення базується на забезпеченні надійного закріплення заготовки, точності оброблення, зниження трудомісткості і підвищення продуктивності праці.

Ось основні критерії та принципи, які враховуються при виборі пристосувань полягають в наступному:

- відповідність до типу виробництва.

Для індивідуального типу виробництва, як правило вибирають прості універсальні пристосування або стандартні елементи. Для серійного – спеціалізовані пристосування з можливістю швидкого переналагодження. Для масового виробництво — спеціальні пристосування високої продуктивності (іноді автоматизовані).

- Забезпечення точності базування

Для Забезпечення точності базування заготовки під час її механічного оброблення вибирається така конструкція пристосування, яка забезпечує точне та повторюване положення заготовки для всієї партії, яка запускається у виробництво. Враховується також взаємне розташування встановлюючих і оброблюваних поверхонь

- Надійність закріплення заготовки.

Пристосування повинно забезпечувати жорстке, без зсувів, утримання заготовки в процесі оброблення. Закріплення повинно бути швидким і зручним для зниження допоміжного часу.

- Спрощення процесу оброблення

Пристосування має забезпечити легке встановлення чи зняття заготовки, можливість оброблення кількох заготовок одночасно (у разі потреби), інтеграцію з автоматизованими системами.

- Можливість стандартизації та уніфікації конструкції пристосування.

Перевага надається пристосуванням, які використовують стандартні вузли й елементи (наприклад, за ЄСКД). Це дозволяє знизити витрати на виготовлення і обслуговування.

– Економічна доцільність.

Витрати на виготовлення та експлуатацію пристосування мають відповідати економічному ефекту від його використання. Враховується кількість деталей, що підлягають обробленню та строк служби пристосування.

Наведемо приклад вибору пристосування для фрезерної операції.

Операція (технологічний перехід): фрезерування площини на сталевій заготовці типу «Корпус».

Для фрезерування площини в корпусній деталі на вертикально фрезерному верстаті вибираємо спеціальне механічне пристосування – призматична плита з упорами та ексцентриковими притисками.

Опис конструкції пристосування:

- Основа – чавунна або сталева плита з Т-подібними пазами;
- Упори по базових поверхнях (2 напрямні та один упор);
- Притиск – ексцентрикові або гвинтові (зверху);
- Можливість встановлення декількох заготовок одночасно для підвищення продуктивності.

Таким чином для серійного типу виробництва фрезерування площини корпусної заготовки з високими вимогами до точності доцільно використовувати спеціальне механічне пристосування, яке забезпечує надійне базування та закріплення при високій продуктивності.

3.2 Опис конструкції, принципу дії та розрахунок параметрів вибраних пристосувань

3.2.1 Пристрій для розточування

Для оброблення отворів деталі агрегатно-розточним верстатом спроектовано пристрій з пневмозатиском.

Деталь встановлюють на 2 опорні пластини і фіксують з допомогою 2-х пальців: круглого і ромбовидного. Зажим здійснюється двома при хватами, які приводяться в рух тягами і системою важелів.

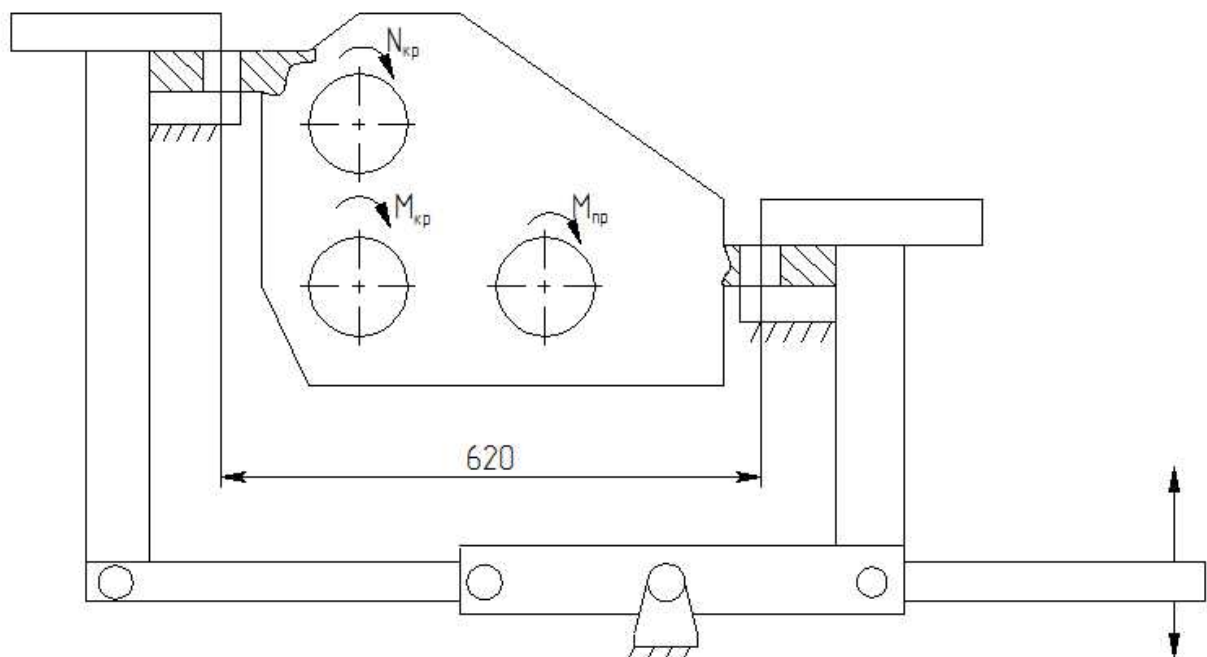


Рисунок 3.1 – Схема пристрою для розточування

Вся система приводиться в рух від пневмоциліндра, розвиваючи зусилля в 30000 Н. На точність оброблення впливає ряд технологічних факторів, які викликають сумарну похибку. [2].

$$E = \rho - k \sqrt{(k_1 \times E_\rho)^2 + E_g^2 + E_y^2 + E_{пр}^2 + E_n^2 + (K_2^w)^2} \quad (3.1)$$

$$E = 0.012 \text{ мм}$$

Розрахунок системи затиску заготовок.

Необхідне розміщення сил затиску заготовки на рисунку. Розрахунок зводиться до визначення необхідного зусилля затиску заготовки, яке повинно протистояти зусиллю різання.

Сумарний припуск на оброблення – 6 мм

потужність різання $W = 5$ кВт

число обертів $n = 205$ об/хв.

Сумарна сила затиску розраховується з умови:

$$M_{кр} \times K = F_3 \times f \times R \quad (3.2)$$

де $M_{кр}$ – крутний момент

$$M_{кр} = 975 \times N / n = 975.5 / 205 = 237.8 \text{ Нм} \quad (3.3)$$

$$F_3 = M \times K / f \times n = 237.8 \times 1.8 / 0.15 \times 0.106 = 26920 \text{ Н} \quad (3.4)$$

Пневмоциліндр, який забезпечує затиск деталі: $P = 0.39$ Мн/м².

Розрахунок слабкої ланки пристрою. Проводим розрахунок слабкого місця пристрою для розточування.

Таким місцем є різьбове з'єднання різьба М20

$[T_t] = 650$ МПа

Матеріал – Сталь 45.

Коефіцієнт зноса міцності $n = 5$

Допустимі напруження розриву:

$$[T_p] = \frac{T_t}{n} = \frac{650}{5} = 130 \text{ МПа} \quad (3.5)$$

Внутрішній діаметр різьби:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \times 1.3 F_n}{\pi \times [T_p]}} \quad (3.6)$$

де $F_n = F / 2 = 30000 / 2 = 15000 \text{ Н}$

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \times 1.3 \times 15000}{3.14 \times 130}} = 13.8 \text{ мм} < 18.6 \text{ мм}$$

3.2.2 Пристрій для фрезерування

Для фрезерування 3-х поверхонь деталей одночасно спроектовано фрезерний пристрій з гідрозатисками.

Виготовлення пристрою на поздовжньо-фрезерному верстаті. Деталь виготовляють на 2-опорні планки і фіксується при допомозі 2-х пальців. Зажим деталі здійснюється 2-ма при хватами, які приводяться в дію гідроциліндрами, які працюють на рідині з гідросистеми.

Деталь на цьому пристрої базуються так само, як і на роздатковому пристрої.

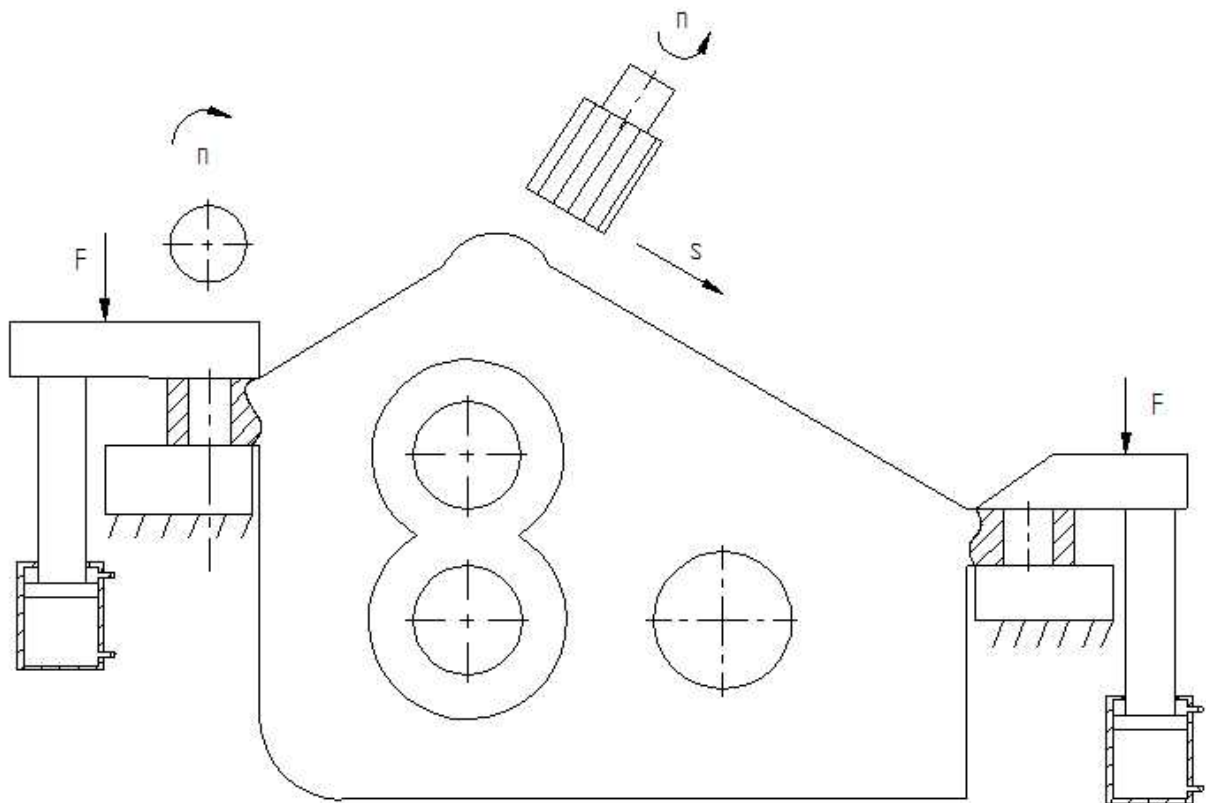


Рисунок 3.2 – Схема пристрою для фрезерування

Розрахунок сили затиску.

Розрахунок аналогічно попередньому розрахунку.

Тиск рідини $P = 80$ Па

Діаметр циліндра $D = 60$ мм

Діаметр штока $d = 20$ мм

Зусилля, яке розвиває гідроциліндр.

$$P_y = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \times h \times P = \frac{3.14 \times (6^2 - 2^2)}{4} \times 4 \times 0.85 = 21350 \text{ Н}, \quad (3.7)$$

де $h = 0,85$ – ккд гідроциліндра.

$$F_g = \frac{M_{np} \times K}{g \times R} \leq [P_g] \quad (3.8)$$

$K = 1,8$; $f = 0,15$; $R = 0,25$; $M_{кр} = 650$ нм;

$$F_g = \frac{650 \times 1.8}{0.15 \times 0.25} = 31200 \text{ Н}$$

Так, як одночасно працюють 2 гідроциліндри, то їх загальне зусилля затиску буде рівне:

$$2P_y = 2 \times 21350 = 42700 \text{ Н} > F_g = 31200 \text{ Н}.$$

3.3 Вибір методів і схем контролю параметрів виробу

Комплексний пристрій для контролю

Пристрій служить для контролю ряду технічних вимог, яким необхідна відповідати дана деталь.

Він складається із зварної підставки і контрольного пристрою типу втулка і оправок.

Деталь встановлюють на підставку 2-ма різновисокими підставками.

Наладка для контролю непаралельна поверхням тіл відносно осі і складається з оправки розтискної Ø110 мм, оправки розтискають Ø90 мм і Ø212 мм.

Після установки оправок шкала індикатора встановлюється на нуль. Потім повертаємо оправку 1 на 360 градусів, знімаємо покази індикатора. Деталь придатна при відхиленнях до 0.04мм.

Аналогічно перевіряють непаралельність поверхонь Т відносно осі Е і поверхні М, Н відносно осі отвору С.

Карта технологічного налагодження для контролю є в графічній частині кваліфікаційної роботи.

Деталь нормальної якості при відхиленнях до 0.04мм.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Аналіз потенційних небезпек проектного верстату, установки

При виконанні монтажних робіт і ремонтних операцій необхідно дотримуватися вимог СНіП і ССБТ, а також погоджувати всі роботи з діючими стандартами, нормами і правилами. До робіт з ремонту та монтажу обладнання і конструкцій допускаються робітники не молодше 18 років, що пройшли вступний інструктаж з техніки безпеки і отримали посвідчення на право виробництва зазначених робіт. Монтажник також зобов'язаний використовувати всі засоби індивідуального захисту: спецодяг, спецвзуття, запобіжний пояс, каску та інші засоби захисту відповідно до виду робіт, які виконують.

При монтажі і ремонті проектного устаткування або конструкцій забороняється:

- працювати без засобів індивідуального захисту;
- піднімати конструкції, вага яких перевищує вантажопідйомність крана або лебідки;
- поправляти ударами молота чи брукту канати і заганяти стропи в зів'язки;
- утримувати руками або кліщами канати при їх зісковзуванні з устаткування (конструкції) при підніманні конструкцій;
- знаходитися на обладнанні (конструкції) під час їх підйому;
- знаходитися під обладнанням, яке підіймається, а також знаходитися в безпосередній близькості від нього;
- залишати вантаж у підвішеному стані під час перерви в роботі;
- монтувати або демонтувати устаткування, що знаходиться під напругою;
- монтувати або ремонтувати обладнання без принципової монтажно-ї схеми, розробленої підприємством-виробником або проектною організацією;
- монтувати або ремонтувати обладнання персоналом, який не пройшов спеціальної підготовки.

Для підвищення рівня безпеки на проєктованому верстаті або установці необхідно проводити регулярні оповіщення згідно з СНіП і ССБТ, проводити першочергове ознайомлення з верстатом чи установкою всіх працівників які будуть мати відношення до нього, розмістити всі необхідні засоби захисту та провести інструктаж.

4.2 Пожежна профілактика на виробничій ділянці цеху

Пожежа – це горіння поза спеціальним вогнищем, що наносить матеріальних збитків і створює небезпеку для життя людей. Так як кількість пожеж з року в рік збільшується то, створюється необхідність створювати на підприємствах умови, при яких виникнення і розповсюдження пожежі стає мінімальним (підвищувати пожежну безпеку будівлі).

Пожежна безпека – це стан об'єкта, при якому із установленною ймовірністю виключається можливість виникнення і розвитку пожежі (до такого ступеня, коли контроль вже неможливий) та впливу на людей небезпечних факторів пожежі, а також забезпечується захист людей та матеріальних цінностей.

При неправильному влаштуванні та експлуатації установок систем вентиляції та кондиціонування повітря, вони можуть стати причиною виникнення і поширення пожеж.

За воздуховодами можуть переміщатися горючі речовини і суміші горючих газів, парів, пилу, які за наявності теплового джерела можуть загорятися або навіть вибухати і тим самим поширювати пожежу за системою вентиляції і кондиціонування повітря і далі по всій будівлі. Велику небезпеку становить пил органічного походження, яка в суміші з повітрям може призвести до пожеж і вибухів. Нижня концентраційна межа вибухо-небезпечності органічного пилу в повітрі становить 15-65 г/м³. При запиленості, яка значно перевищує допустиму санітарними нормами, можливе загоряння при відкладанні пилу. Концентрація пилу та інших речовин в повітроводах місцевих витяжних систем не повинна перевищувати 50%.

Джерелом запалення при цьому може бути поява іскор від електродвигуна, надмірне нагрівання від тертя валу вентилятора, іскри від ударів лопаток вентилятора до кожуха, статична електрика, самозаймання пилу та інших джерел займання. Пожежну небезпеку становлять повітроводи, а також сам центральний кондиціонер (повітроохолоджувачі, фільтри, повітронагрівачі) та інші апарати, в яких може накопичуватися значна кількість пилу і горючих речовин.

Розрахуємо необхідну ширину пожежного виходу для механообробного цеху чи дільниці.

$$Z = N \setminus S,$$

де Z – ширина виходу, м

N – Кількість працюючих в цеху,

S – площа цеху.

Згідно з розрахунковими даними на дільниці механічного оброблення працює 10 осіб, тому

$$N = 10 + 0,05 \times 10 = 10,5.$$

Згідно з розрахунками площа дільниці $S = 48 \text{ м}^2$

$$Z = 10,5 \setminus 48 = 0,21 \text{ м.}$$

Виходячи з отриманого результату, дільниця механічного оброблення не потребує пожежного виходу збільшеного розміру, тому приймаємо стандартну ширину пожежного виходу згідно зі стандартами.

4.3 Вплив хімічних факторів на процес виготовлення деталі на дільниці механічного оброблення

До хімічних виробничих факторів належать хімічні речовини, які за характером впливу на організм людини поділяються на токсичні, подразнюючі, сенсабілізуючі, канцерогенні й мутагенні. Ці хімічні речовини впливають на репродуктивну функцію людини. За шляхами проникнення в організм людини вони поділяються на ті, що проникають через органи дихання, шлунково-кишковий тракт, шкіряний покрив і слизові оболонки.

В кожному з цехів механічного, термічного чи будь якого іншого оброблення деталей небезпека ураження шкідливими хімічними речовинами роглядається і розраховується по своїх параметрах, так як, в кожному з них різні небезпечні хімічні речовини а також фактор їх впливу на організм людини.

В термічних цехах джерелами забруднення атмосфери є ванни, агрегати для термічного оброблення, нагрівальні печі, що працюють на рідкому і газоподібному паливі, а також дрібоструменеві, дрібоскидувальні камери. В процесі роботи цих агрегатів та установок в атмосферу викидаються пари й продукти горіння мастил, аміак, ціанистий водень, пил та ін. Концентрація пилу в повітрі, що виділяється від дрібоструменевих і дрібоскидувальних камер, де метал зачищується після термічного оброблення, досягає 200-700 мг/м³. При ціануванні металів виділяється до 600 мг/год ціанистого водню на один агрегат ціанування.

В гальванічних цехах основними забруднювачами атмосфери, що виділяються із гальванічних цехів є пил, тонкодисперсний туман, пари й гази, особливо в процесі кислотного та лугового плавлення. Масу шкідливих речовин, що виділяється під час витравлювання з поверхні дзеркала травильної ванни, визначають за формулою

$$M = I \times S,$$

де S – площа поверхні дзеркала ванни, м²;

I – інтенсивність випарювання шкідливих речовини з одиниці площі дзеркала ванни, мг/(м²×хв).

Під час нанесення гальванічних покриттів (анодування, фосфатування тощо) утворюються різні шкідливі речовини. Так, наприклад, при фосфатуванні виробів виділяється фтористий водень, концентрація якого у вивідному повітрі досягає 1200-1500 мг/м³. Концентрації HCl, H₂SO₄, HCN, Cr₂O₃, NO₂, NaOH та інших у вивідному повітрі коливаються в значних межах, що потребує негайного очищення повітря перед викиданням в атмосферу.

В механічних цехах оброблення металів на верстатах супроводжується виділенням пилу, стружки, туманів мастил та емульсій, які викидаються через

вентиляційні установки в атмосферу. В табл. 4.1 наведена кількість парів води, туману мастил та емульсій, що виділяються за 1 годину при роботі металообробних верстатів у розрахунку на 1 кВт потужності електродвигунів.

Пил, що утворюється в процесі абразивного оброблення складається з 30-40 % матеріалу абразивного круга і 60-70 % – оброблюваного матеріалу.

Таблиця 4.1 – Інтенсивність виділення різних речовин під час роботи на металообробних верстатах

Обладнання	Маса, мг		
	пари води	масляний туман	туман емульсія
Металообробні верстати з масляним охолодженням	—	200	
Металообробні верстати з емульсійним охолодженням	150		6,3
Шліфувальні верстати з охолодженням емульсією та содовим розчином	150	—	165

Інтенсивність виділення пилу при шліфуванні металевих деталей залежить від діаметра шліфувального круга, що наведено у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Залежність інтенсивності виділення пилу від діаметра шліфувального круга

Діаметр шліфувального круга, мм	150	300	350	400	600	750	900
Виділення пилу, г/год	117	155	170	180	235	270	310

Особливість пилу, що виділяється при роботі загострювальних верстатів інструментального цеху, полягає в тому, що він містить дисперсні частинки неправильної форми.

Захист працівників від несприятливого впливу хімічних речовин здійснюється за допомогою таких заходів:

- удосконалення і розроблення нових технологічних процесів, які виключають або мінімізують використання шкідливих хімічних речовин;
- заміни шкідливих речовин менш шкідливими;

- комплексної механізації та автоматизації процесів, що супроводжуються шкідливими виділеннями;
- дистанційного керування шкідливими технологічними процесами;
- раціонального планування цехів і обладнання (ізоляції шкідливих речовин);
- удосконалення конструкції обладнання (герметизації тощо);
- влаштування місцевої вентиляції для відсмоктування шкідливих речовин безпосередньо від місця їх утворення;
- використання індивідуальних засобів (спецодягу, окулярів, шоломів, масок, протигазів та респіраторів, антисептичних паст і т.д.);
- контролю за станом повітряного середовища на робочих місцях;
- токсикологічної експертизи та гігієнічної стандартизації всіх хімічних речовин.

Висновки: Проаналізувавши поставлені завдання щодо охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях у виробничих умовах, необхідно прийняти всі вище перелічені заходи щодо підвищення безпеки праці, а також забезпечити всі необхідні умови, засоби захисту, надати інформацію, та регулярно проводити консультації щодо забезпечення безпеки праці.

ВИСНОВКИ

Зміст і структура кваліфікаційної роботи присвячена розробленню технології виготовлення корпусу 652019-96110800.

В загально-технічній частині КРБ в результаті проведення аналізу технічних вимог та технологічності конструкції деталі встановлено, що деталь технологічна і відноситься до легко оброблюваних.

Аналіз базового технологічного процесу виготовлення дав змогу окремі операції об'єднати в одну, що дозволило скоротити основний час на механічне оброблення і зменшити кількість металорізального обладнання.

Технологічна частина містить вибір та техніко-економічне обґрунтування способу одержання заготовки. Обрана заготовка – відливка І- класу точності з машинною формовкою є більш економічна з точки зору використання матеріалу, порівняно дешевша і вимагає меншого механічного оброблення.

З врахуванням нової конструкції заготовки на основі базового ТП розроблено раціональний технологічний маршрут механічного оброблення корпусу 652019-96110800, який дозволяє зекономити основний і допоміжний час на виготовлення даного корпусу. Розроблено комплект технологічної документації згідно ДСТУ 3.1404:2006.

В конструкторській частині розроблені та спроектовані верстатні пристосування для механічного оброблення корпусу, а також контролю параметрів даного виробу.

Провівши техніко-економічне обґрунтування технологічного виготовлення деталі встановлено, що річний економічний ефект від впровадження запропонованих технологічних рішень складає 127000 грн. Це досягнуто за рахунок зниження матеріальних і трудових затрат на виготовлення даної деталі в результаті застосування вертикально-свердлильно-фрезерно-розточного напівавтомата 243ВМФ2, що дало змогу провести концентрацію операцій та підвищити якість продукції, яка виготовляється. Трудомісткість знизилась також за рахунок застосування багатошпиндельної головки і комбінованого спеціального інструменту для одночасного оброблення отвору Ø 6,5 Н8, за рахунок застосування токарно – револьверних верстатів замість токарно-гвинторізних.

В роботі теж розроблені заходи з безпеки життєдіяльності та охорони праці.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Боженко Л. І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок. – Львів: Світ, 1996.–368 с.
2. Гандзюк М. П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. Основи охорони праці. – К. : Каравела; Львів : Новий Світ – 2000, 2003. – 408 с.
3. Дичковський М. Г. Спеціальна технологічна оснастка. Тернопіль : ТНТУ, 2014. 243 с.
4. Дячун А. Є., Капаціла Ю. Б., Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г. Методичний посібник з виконання курсового проекту з дисципліни «Технологія обробки типових деталей та складання машин». Тернопіль : ТНТУ, 2016. 75 с.
5. Добрянський, С. С. Технологічні основи машинобудування : підручник для студентів спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування» / С. С. Добрянський, Ю. М. Малафєєв ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 379 с.
6. Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г., Капаціла Ю. Б., Гевко Ів. Б. Технологія оброблення корпусних деталей : Навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 156 с.
7. Паливода Ю. Є., Дячун А. Є., Лещук Р.Я. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки : навч.-метод. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2019. 240 с.
8. Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів : навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль : ТДТУ, 2009. 108 с.
9. Пилипець М. І., Данильченко Л. М., Ткаченко І. Г. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Організація виробництва». Тернопіль : ТНТУ, 2018. 60 с.
10. Руденко П. О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: Навчальний посібник. – К. : Вища школа, 1993.– 414 с.