

Міністерство освіти і науки України

Луцький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет транспорту та механічної інженерії

(повне найменування факультету)

Кафедра прикладної механіки та мехатроніки

(повна найменування кафедри)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»**

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОЇ
ОБРОБКИ КАРТЕРА 695Ж2-1701015-В**

спеціальність 131 Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Прикладна механіка»

(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи ІМ-41
Каращук Сергій Петрович

(підпис)

Керівник:
к.т.н., доцент
Заболотний Олег Васильович

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«__» _____ 20__ р.
Гарант освітньої програми:
к.т.н., доцент
Божко Тетяна Євгенівна

(підпис)

Луцьк – 2025 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Транспорту та механічної інженерії

Кафедра Прикладної механіки та мехатроніки

Ступінь вищої освіти: бакалавр

Галузь знань: 13 Механічна інженерія

Спеціальність: 131 Прикладна механіка

Освітня програма: Прикладна механіка

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

_____ Р. Редько

“ _____ ” _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ **НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Каращук Сергію Петровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: *Розробка технологічного процесу механічної обробки картера 695Ж2-1701015-В*

Керівник роботи: *Заболотний Олег Васильович, к.т.н., доцент,*

затвержені наказом закладу вищої освіти від «14» травня 2025 р., № 339/01-07

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи «01» червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: Конструкторсько-технологічна документація, відгуки підприємств про роботу обладнання, креслення деталі картера, річна програма випуску 20000 шт/рік, базовий технологічний процес, нормативні дані

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити)

Анотації. Вступ. 1. Загальна частина. 2. Технологічна частина. 3. Конструкторська частина. 4. Охорона праці. Висновки і пропозиції. Список використаних джерел. Додатки

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

Креслення заготовки – 1 лист (ф.А1), карти технологічних налагоджень – 2 листи (ф.А2), складальні креслення верстатних пристроїв – 4 листи (ф.А1), складальне креслення контрольного пристрою – 1 лист (ф.А1).

6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Консультант | Підпис, дата | |
|--------|-------------|----------------|------------------|
| | | Завдання видав | Завдання прийняв |
| | | | |
| | | | |

7. Дата видачі завдання 1.03.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № | Назва етапів дипломного проекту (роботи) | Термін виконання етапів проекту (роботи) | Примітка |
|----|--|--|----------|
| 1. | Загальна частина | 14.03.25 | |
| 2. | Конструкторська частина | 10.04.25 | |
| 3. | Технологічна частина | 15.04.25 | |
| 4. | Охорона праці | 20.04.25 | |
| 5. | Оформлення графічної частини | 10.05.25 | |
| 6. | Інструментальна перевірка на академічний плагіат | 25.05.25 | |
| 7. | Представлення роботи | 30.05.25 | |
| | до захисту | | |
| | | | |

Здобувач вищої освіти

_____ (підпис)

Каращук С.П.
(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

Заболотний О.В.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Каращук С.П. Розробка технологічного процесу механічної обробки картера 695Ж2-1701015-В. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Прикладна механіка» спеціальності 131 Прикладна механіка. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2025.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається зі вступу, 4 розділів, висновків і пропозицій, списку використаних джерел, додатків (згідно структури кваліфікаційної роботи, затвердженої кафедрою).

В пояснювальній записці приводяться всі необхідні розрахунки, вона містить всі необхідні розділи і повністю відповідає встановленим вимогам. У загальній частині проекту зроблено аналіз технічних умов, виходячи із службового призначення виробу, заводського технологічного процесу, сучасних досягнень в галузі виготовлення подібних виробів, на основі чого формується задача, яка вирішується в подальших розділах проекту. У технологічній частині проекту проводиться вибір оптимального виду заготовки, встановлюється необхідна кількість переходів для обробки кожної поверхні, визначається оптимальна структура технологічного процесу, який детально розроблюється. Розроблені пристрої для фрезерування, свердління і контрольний пристрій. Розроблені заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях. Всі прийняті проектні рішення та їх доцільність підтверджено техніко-економічними розрахунками.

Ключові слова: металорізальний верстат, технологічний процес, заготовка, деталь, режими різання, технологічна оснастка.

ABSTRACT

Karashchuk S.P. Development of a technological process for mechanical processing of a crankcase 695Ж2-1701015-B. Manuscript.

Bachelor's qualification work OP "Applied Mechanics" specialty 131 Applied Mechanics. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2025.

Bachelor's qualification work consists of an introduction, 4 sections, conclusions and proposals, a list of sources used, appendices (according to the structure of the qualification work approved by the department).

The explanatory note provides all the necessary calculations, it contains all the necessary sections and fully meets the established requirements. In the general part of the project, an analysis of the technical conditions is made, based on the service purpose of the product, the factory technological process, modern achievements in the field of manufacturing similar products, on the basis of which the task is formed, which is solved in subsequent sections of the project. In the technological part of the project, the optimal type of workpiece is selected, the required number of passes for processing each surface is established, the optimal structure of the technological process is determined, which is developed in detail. Devices for milling, drilling and a control device are developed. Measures for labor protection and safety in emergency situations are developed. All adopted design solutions and their feasibility are confirmed by technical and economic calculations.

Keywords: metal-cutting machine, technological process, workpiece, part, cutting modes, technological equipment.

ЗМІСТ

| | | |
|--------|---|----|
| | ВСТУП..... | 8 |
| 1. | ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА..... | 10 |
| 1.1. | Характеристика об'єкту виробництва, службове призначення, ТУ..... | 10 |
| 1.2. | Аналіз базового технологічного процесу..... | 12 |
| 1.3. | Сучасні досягнення в області технології, обладнання і оснащення при виготовленні подібних деталей. Порівняльний аналіз..... | 17 |
| 1.4. | Характеристика проектного варіанту технологічного процесу. Економічне обґрунтування..... | 18 |
| 1.5. | Постановка задачі на дипломне проектування..... | 22 |
| 2. | ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА..... | 23 |
| 2.1. | Попереднє встановлення типу та організаційної форми виробництва..... | 23 |
| 2.2. | Відпрацювання деталі на технологічність..... | 24 |
| 2.3. | Вибір способу отримання заготовки, економічне обґрунтування..... | 27 |
| 2.4. | Вибір методу обробки поверхонь..... | 29 |
| 2.5. | Вибір та розрахункове обґрунтування баз..... | 31 |
| 2.6. | Детальна розробка оптимального варіанту технологічного процесу..... | 32 |
| 2.6.1. | Визначення допусків, припусків і операційних розмірів. Проектування заготовки..... | 32 |
| 2.6.2. | Розмірний аналіз технологічного процесу..... | 38 |
| 2.6.3. | Розрахунок режимів різання, вибір обладнання та оснащення. | 43 |
| 2.6.4. | Встановлення контрольних, допоміжних і транспортних операцій..... | 52 |
| 2.6.5. | Нормування технологічного процесу, уточнення типу | |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 6 |

| | | |
|--------|--|----|
| | виробництва..... | 54 |
| 3. | КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА..... | 60 |
| 3.1. | Проектування пристрою для фрезерування..... | 60 |
| 3.1.1. | Розробка та вибір раціональної схеми компоновки пристрою | 60 |
| 3.1.2. | Силовий розрахунок пристосування..... | 62 |
| 3.1.3. | Розрахунки пристрою на точність..... | 64 |
| 3.1.4. | Опис конструкції та роботи пристрою..... | 65 |
| 3.2. | Проектування свердлильного пристрою..... | 65 |
| 3.2.1. | Опис та конструкція пристрою для свердління..... | 65 |
| 3.3. | Проектування контрольного пристрою..... | 66 |
| 3.3.1. | Вибір схеми конструкції пристрою..... | 66 |
| 3.3.2. | Розрахунок контрольного пристрою на точність..... | 67 |
| 3.3.3. | Опис конструкції та роботи пристрою..... | 67 |
| 4. | ОХОРОНА ПРАЦІ..... | 69 |
| | ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ..... | 78 |
| | СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 79 |
| | ДОДАТКИ..... | 81 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 7 |

ВСТУП

Актуальність роботи. Актуальність даної кваліфікаційної роботи полягає у тому, що розвиток машинобудування пов'язаний із впровадженням нових технологій та прогресивних методів обробки, а також автоматизації і механізації виконуваних робіт, зменшення матеріаломісткості виробів, трудомісткості і верстатомісткості здійснюваних операцій.

Об'єктом дослідження є технологічний процес механічної обробки картера 695Ж2-1701015-В. Головною задачею при визначенні ТП є вибір оптимального варіанту виготовлення деталей виробу і напрацювання необхідної точності на кожному з етапів створення машини із врахуванням можливостей виробництва і економіки.

Предметом дослідження кваліфікаційної роботи є картер 695Ж2-1701015-В. Цей вузол використовується як базова частина двоступеневої гідромеханічної передачі “Львів” мод. 22.1700010-11, що призначена для установа на автобуси марки ЛАЗ-4201; ЛАЗ-4202; ЛіАЗ-5256.

Метою кваліфікаційної роботи є проектування технологічного процесу механічної обробки картера 695Ж2-1701015-В.

Для реалізації даної мети були поставлені такі завдання:

1. Провести техніко-економічне обґрунтування ТП.
2. Провести необхідні технологічні розрахунки для вибраного оптимального варіанту виготовлення деталі.
3. Дослідити і обґрунтувати шляхи підвищення продуктивності та автоматизації процесів.
4. Розробити заходи з охорони праці.

Теоретико-методологічну основу обґрунтування склали типові технологічні процеси виготовлення корпусу картера.

Використані такі методи дослідження: теоретичний аналіз і систематизація науково-теоретичних і методичних джерел; емпіричні методи (стандартизовані методики з визначення режимів різання та норм часу на операції виготовлення

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 8 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

колеса); методи обробки та інтерпретації даних (якісні та кількісні методи із використанням методів комп'ютерної обробки).

Новизна кваліфікаційної роботи полягає у застосуванні прогресивної верстатної оснастки, що дало змогу підвищити якість виготовлення деталей і знизити підготовчо-заклучний час на операціях.

Практичне значення кваліфікаційної роботи полягає у можливості практичного застосування результатів дослідження для виготовлення подібних деталей підприємствами галузі машинобудування.

В кваліфікаційній роботі проведено розробку (модернізацію) технологічного процесу виготовлення деталі “Картер коробки передач” 695Ж2-1701015-В, що є складовою частиною двоступеневої гідромеханічної передачі “Львів” мод. 22.1700010-11, що призначена для установки на автобуси марки ЛАЗ-4201; ЛАЗ-4202; ЛіАЗ-5256 і використовується для автоматичної зміни частоти обертання колінчастого валу і крутного моменту на ведучих колесах автобуса, залежно від умов переміщення, покращення керування автобусом та безпеки руху в умовах напруженого міського руху, а також підвищення комфортабельності автобуса.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 9 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1. Характеристика об'єкту виробництва, службове призначення, ТУ

Гідромеханічна двоступенева передача (ГМП-2) містить гідротрансформатор, механічний двоступеневий редуктор, систему керування, масляну систему, систему приводу та систему охолодження.

Базова деталь “Картер коробки передач” 695Ж2-1701015-В, до якої кріпиться ведучий, проміжний та ведомі вали з шестернями постійного зачеплення, разом з підшипниками, подвійним фрикціоном та механізмом заднього ходу складають механічний двоступеневий редуктор.

“Картер коробки передач” являє собою корпусну деталь складної конструкції та несиметричної форми. Являє собою відливок коробчастої форми з алюмінієвого сплаву АК-9Т ОСТ48-178-80, що має високі ливарні властивості. Розміри відливка наступні: $450 \times 320 \times 340$ мм³, HB82, $\sigma_B = 230$ МПа; $\gamma = 2,66$ г/см³; $\sigma_{0,2} = 140$ МПа; $\delta = 4\%$.

Деталь є досить складною за конфігурацією, і потребує спеціальної оснастки для утворення внутрішніх полостей.

Крім того форма має передбачити досить простий роз'єм за січенням Г-Г (див. лист 1, креслення деталі).

Можна зауважити, що товщина стінок відливка є дещо завищеною, так як найбільший габаритний розмір деталі менший 440 мм, і мінімальна товщина стінок для подібних деталей складає 4...5 мм, а на кресленні стінки дорівнюють 6 мм. Це означає, що за умови мінімальної металомісткості ця деталь цьому критерію не відповідає.

Картер коробки передач своїм переднім фланцем закріплюється шпильками до картера гідротрансформатора. Їх взаємне центрування забезпечено двома штифтами, що встановлюються в два отвори $\varnothing 11^{+0,040}_{+0,016}$ мм.

Знизу до картера закріплюється масляний піддон, а в центральній частині

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 10 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | | | | |

картера встановлюється передній підшипник веденого валу. В задній стінці картера розміщені отвори для опор веденого та проміжного валів, а також отвори в стінці картера та спеціальний прилив, до якого кріпиться вісь проміжної шестерні.

Підшипники проміжного і веденого валів закриваються кришками. На задній кришці картера кріпиться циліндр включення заднього ходу. На площадці передбачено корпус перемикача золотників периферійних клапанів, а люк для можливості складання механізму ввімкнення заднього ходу зачинений кришкою, на котрій знизу закріплено корпус гільзи головного золотника.

Проміжний вал містить передню опору, що на роликовому підшипнику в картері гідротрансформатора, і задню опору, що на кульковому підшипнику в картері механічного редуктора.

Як було вище відмічено картер коробки передач призначений для розміщення в ньому деталей передач, також для забезпечення змащення передач і підшипників, а також запобігання забруднення деталей і для сприйняття зусиль, що виникають при роботі.

Картер має бути достатньо міцним та жорстким, тому що при значних деформаціях його можливі перекося валів, як наслідок цього буде підвищуватись нерівномірність розподілення навантаження по довжині зубів.

Передній фланець A_2 (див. кресл. дет.) має бути виконаний з площинністю поверхні $0,1$ мм і шорсткістю поверхні $1,0$; на ньому розташовано два отвори $\varnothing 11^{+0,040}_{+0,016}$ мм з шорсткістю поверхні $1,6$ і фасками $0,6 \times 45^\circ$.

Перпендикулярність осей даних отворів відносно поверхні A_2 (див. кресл. дет.) складає $0,02$ мм на довжині 100 мм (призначені для запресовки штифтів для взаємного центрування картера гідротрансформатора і картера коробки передач), а отвори (16 шт.) $\varnothing 11^{+0,43}$ мм з шорсткістю поверхні $12,5$ та фасками $0,6 \times 45^\circ$ для закріплення шпильками.

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 11 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | | | | |

Поверхня заднього фланця деталі має бути паралельна поверхні А₂ (див. кресл. дет.) з макс. відхиленням не більшими за 0,05 мм на довжині 100 мм відповідно, що надасть можливість точно встановити на цю поверхню силовий регулятор з важілями та інші допоміжні механізми.

Різьбові отвори М10 для закріплення кришок підшипників виконані наскрізними, що полегшить їх обробку, але є достатньо глухих отворів, і їх застосування ускладнить технологічний процес (але вони повинні бути за конструктивними вимогами).

Ряд кріпильних отворів розташовані у відливці у важкодоступних для ріжучого інструменту місцях. Зокрема, обробку отвору Ø30 мм можна здійснити тільки із зворотньої частини за допомогою з'ємних цековок, які надягаються на оправку тільки після того, як вона знаходиться в отворі.

Інша частина оброблюваних поверхонь, за для забезпечення точності та шорсткості, не викликають технологічних ускладнень, а дозволяють проводити обробку на прохід і дають можливість вести обробку декількох поверхонь одночасно високопродуктивними методами.

1.2. Аналіз базового технологічного процесу

Базовим технологічним процесом є ТП, що використовується на Львівському заводі гідромеханічних передач. Він є таким:

Заготовка – литво в кокіль.

Матеріал заготовки – алюмінієвий сплав АК9Т; НВ ≥ 80.

Операції: операція 005. Карусельно-фрезерна.

Верстат карусельно-фрезерний 6М23.

Фрезерування поверхонь 1, 2, 3, 4 послідовно.

Операція 010 - Зачистка.

Підставка 591Т-00-000

Зачистити задирець, притупити гострі кромки.

Операція 015 - Вертикально-фрезерна.

Вертикально-фрезерний верстат FSS400V-2.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 12 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Фрезерування поверхні 1 (1,6; 0,1).

Операція 020 - Зачищення.

Зачистити задирець, притуплення гострих кромок.

Операція 025 - Радіально-свердлильна.

Радіально-свердлильний верстат 2Н56.

Свердлити 2 отвори поверхонь 5, 6 ($\varnothing 9,6^{+0,2}$ мм; 3,2).

Операція 030 - Вертикально-розточна.

Напівавтомат вертикально-розточний мод. 9А524.

Розточення отворів поверхонь 7, 8, 9 (лист 2 кр. дет.) $\varnothing 128^{+0,1}$ мм, $\varnothing 118^{+0,1}$ мм, $\varnothing 118^{+0,1}$ мм відповідно.

Операція 035 – Алмазно-розточна.

Напівавтомат алмазно-розточний КК-133.

Розточення двох отворів поверхонь 5, 6 до $\varnothing 11^{+0,040}_{+0,016}$ мм, 1,6 одночасно.

Операція 040 - Контрольна.

Перевірка відповідності розмірів і технічним вимогам поверхонь 1...9.

Операція 045 - Токарна-гвинторізна.

Токарно-гвинторізний верстат мод. 1М63.

Підрізати поверхню 16 послідовно.

Операція 050 - Вертикально-свердлильна.

Напівавтомат спеціальний вертикально-свердлильний мод. 2С170С783.

Свердління 16 отворів поверхонь 17 $\varnothing 11^{+0,43}$ мм одночасно.

Операція 055 - Слюсарна.

Машина свердлильна СЛ-9С.

Зенкування 16 отворів поверхонь 18 фасками $0,5 \times 45^\circ$.

Операція 060 - Радіально-свердлильна.

Радіально-свердлильний верстат мод. 2М55.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 13 |

Свердління 2 отворів поверхонь 19, двох отворів поверхонь 20, 7, отворів поверхонь 21 послідовно.

Операція 065 - Радіально-свердлильна.

Радіально-свердлильний верстат.

Свердління 4 отворів поверхонь 22, 14 отворів поверхонь 23, отвору поверхні 24 послідовно.

Свердління 21 отворів поверхні 25 послідовно.

Операція 070 - Спеціальна фрезерна.

Вертикально-свердлильний верстат мод. 2Н135.

Фрезерування поверхонь 26, 27 послідовно.

Операція 075 - Горизонтально-фрезерна.

Верстат горизонтально-фрезерний мод. 6М82Г.

Фрезерування поверхні 28.

Операція 080 - Вертикально-фрезерна з ЧПК.

Верстат вертикально-фрезерний мод. 6Р13Ф2.

Фрезерування 11 бобишок поверхонь 29 за програмою.

Операція 085 - Агрегатно-свердлильна.

Агрегатно-свердлильний верстат мод. АМ-8849.

Свердління отворів поверхонь 30,31 до $\varnothing 16^{+0,4}$ мм.

Розсвердлити отвір поверхні 31 до діаметра $\varnothing 18^{+0,4}$ мм.

Зенкувати отвір 30 до діаметра $\varnothing 23,6^{+0,1}$ мм, отвір 31 до $\varnothing 17,6^{+0,1}$ мм,

фаску поз. 32, отвори до діам. 33,34 $\varnothing 42^{+0,3}$ мм послідовно.

Розгорнути отвори 30,31 одночасно.

Зенкерувати отвори 33,34 послідовно.

Операція 090 - Радіально-свердлильна.

Верстат радіально-свердлильний мод. 2М55.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 14 |

Свердління 2 отворів 35 послідовно.

Свердління отвіру поверхні 36.

Свердління 3 отворів поверхні 37.

Зенкерувати фаску поверхні 38, трьох фасок поверхонь 39 послідовно.

Операція 095 - Радіально-свердлильна.

Радіально-свердлильний верстат мод. 2М55.

Зенкерувати фаску поверхні 45.

Нарізати різьбу в поверхні 46.

Свердління отвіру поверхні 47.

Свердління 2 отворів поверхонь 48 і двох фасок поверхонь 49.

Розточити два отвори в поверхні 50 послідовно.

Свердління отвору в поверхні 51 до $\varnothing 23^{+0,5}$ мм.

Зенкувати отвір на поверхні 52.

Цекування поверхні 53.

Зенкування фаски в поверхні 54.

Нарізаня різи в поверхні 52.

Свердління отворів поверхонь 55,56 послідовно.

Розсвердлити отвір на поверхні 55 до $\varnothing 10,2^{+0,2}$ мм.

Зенкування фаски в поверхні 56.

Нарізаня різи в поверхні 55.

Операція 100 - Технічний контроль.

Операція 105 - Радіально-свердлильна.

Радіально-свердлильний верстат мод. 2Н55.

Свердління отвору поверхні 57 $\varnothing 11,2^{+0,24}$ мм.

Зенкування фаски поверхні 58.

Нарізаня різи в поверхні 57.

Операція 110 - Радіально-свердлильна.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 15 |

Верстат радіально-свердлильний мод. 2Н55.

Свердління отвору в поверхні 59,2 отвору поверхонь 60,2, отвору поверхонь 61, двох отворів поверхонь 62.

Операція 115 - Радіально-свердлильна.

Радіально-свердлильний верстат мод. VR-2.

Зенкування 7 фасок поверхонь 63, 4 фаски в поверхні 64 послідовно.

Зенкування 2 фасок поверхні 65 послідовно.

Зенкування 21 фаски поверхонь 66 послідовно.

Зенкування 21 фаски поверхонь 67 послідовно.

Операція 120 - Горизонтально-фрезерна.

Верстат горизонтально-фрезерний мод. 6Р82Г.

Фрезерування поверхонь 68, 69 одночасно.

Операція 125 - Алмазно-розточна.

Напівавтомат відділочно-розточний КК-730.

Підрізання поверхні 70, 71 одночасно.

Операція 130 - Алмазно-розточна.

Напівавтомат алмазно-розточний мод. 2705.

Розточення отворів поверхонь 72, 73, фаску поверхні 74 послідовно.

Операція 135 - Алмазно-розточна.

Напівавтомат алмазно-розточний мод. ОС169.

Розточення поверхні 75, 76, фаски 77, поверхні 78, фаски 79.

Операція 140 - Слюсарна.

Верстак мод. 517Т-00-000.

Зенкування фаски поверхні 80.

Нарізання різи в поверхні 81.

Операція 145 - Контрольна.

Проаналізувавши заводський технологічний процес приходимо до таких висновків:

- лиття в кокіль, за істю можна було б замінити на лиття під тиском. Це надасть можливість зменшити кількість операцій механічної обробки, а

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 16 |

- також дещо знизити товщину стінок картера (а, отже, і вагу деталі);
- застосувавши нову заготовку можна було би не застосовувати операцію 015, тому що якість і потрібна точність поверхні досягається вже на операції 005;
 - операції 050 і 055 доцільно було б скоротити, тому що ці отвори і фаски були отримані вже при литті під тиском;
 - замість 2-х радіально-свердлильних операцій 060 та 065 доцільніше було б використати агрегатно-свердлильну операцію, що дозволить підвищити точність обробки і зменшити час на механічну обробку деталі.

Висновок: заводський технологічний процес залишаємо незмінним.

1.3. Сучасні досягнення в області технології, обладнання і оснащення при виготовленні подібних деталей. Порівняльний аналіз

Важливим напрямком у машинобудуванні є вибір економічних форм заготовок, що дають найменші технологічні відходи. На даний час вже виготовляються заготовки з такою точністю, що поняття “заготовка” деталі і “деталь” співмірні.

Наприклад, при застосуванні таких прогресивних методів, як лиття під тиском, центробіжне лиття, холодна об’ємна штамповка, лиття за виплавляємими моделями чи лиття в оболонкові форми.

В сучасному обладнанні широко впроваджується гнучке переналагоджуване виробництво та системи автоматизованого проектування, автоматичні лінії, машини і обладнання із вмонтованими пристроями мікропроцесорної техніки, багатоопераційні верстати з ЧПК, оброблювальні центри тощо.

Підвищення продуктивності обробки значною мірою обумовлене впровадженням механізації і автоматизації технологічних процесів, оснащення процесу виготовлення деталей спеціальними і переналагоджуваними пристроями та приладами.

| | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|-------------------------|------|
| | | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | 17 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | |

В останній час розроблені, що відповідають цим вимогам, так звані переналагоджульвані пристрої. Створення цих пристроїв полягає в уніфікації та стандартизації їх основних функціональних вузлів та деталей. Налагоджувальні пристрої широко застосовуються на підприємствах, їх ще називають груповими переналагоджувальними пристроями, які призначені для групових методів обробки.

Виконуючи порівняльний аналіз базового технологічного процесу виробництва деталі “Картер коробки передач” з іншими методами виготовлення деталей вказаного типу, можна зробити висновок, що не всі технологічні операції і переходи відповідають існуючим вимогам як в області застосування прогресивного обладнання, так і оснащення та методів обробки.

Враховуючи можливість економії матеріалу, якість поверхонь заготовки, а також рівномірність їх поверхонь із стабільною твердістю і міцністю, виготовлення заготовки деталі приймаємо за методом лиття під тиском.

1.4. Характеристика проектного варіанту технологічного процесу. Економічне обґрунтування

Задана програма випуску деталей 20000 шт/рік.

Матеріал деталі “Картер коробки передач” – з алюмінієвого сплаву АК-9Т.

Основною задачею є отримання отворів $\varnothing 18^{+0,035}$ мм, $\varnothing 24^{+0,045}$ мм, 2

отворів $\varnothing 47^{+0,027}$ мм, отвору $\varnothing 120^{+0,009}$ мм, отвору $\varnothing 120^{+0,010}$ мм, отвору $\varnothing 120^{-0,026}$ мм, отвору $\varnothing 120^{-0,045}$ мм, отвору

$\varnothing 130^{+0,01}$ мм із певною шорсткістю та точністю взаємного розташування. $-0,03$

Бази є класичними: площа A_2 та 2 отвори $\varnothing 11^{+0,040}$ мм. $-0,016$

Щодо конструкції деталі.

Використовуємо типові технологічні процеси для виготовлення корпусу за заводським варіантом. Проаналізуємо необхідні операції та їх послідовність.

| | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|-------------------------|------|
| | | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | 18 |

Для забезпечення міжцентрових відстаней 50...60 мкм.

Згідно таблиці 6 [1] можна цього досягнути на алмазно-розточувальних (10...50 мкм), горизонтально-розточувальних за індикаторним упором (40...80 мкм), на агрегатно-розточувальних багатошпindelних верстатах з направленням борштанг (25...70 мкм).

Варіанти операцій технологічного процесу можна запропонувати, врахувавши конструкцію деталі, параметри її розмірів та тип виробництва – вибираємо середньосерійний.

Таблиця 1.1. – Існуючий варіант технологічного процесу виготовлення картера

| № п/п | Назва операції та її зміст | Штучний час, Т _{шт.хв} | Модель верстата | Собівартість | |
|-------|--|---------------------------------|-----------------|----------------------|--------------------|
| | | | | нормативна, грн./год | Технологічна, грн. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Карусельно-фрезерна Фрезерувати пов. 1, 2, 3, 4 послідовно | 1,6 | 6M23 | 84 | 4,9 |
| 2 | Вертикально-фрезерна Фрезерувати пов. 1 | 0,8 | FSS400V-2 | 150 | 2 |
| 3 | Вертикально-свердлильна Свердлити 16 отв. пов. 17 | 1,25 | 2C170C783 | 65 | 1,35 |
| 4 | Слюсарна Зенкувати 16 отв. 17 фасками 18 | 1,2 | СП-9С | 67 | 1,34 |
| 5 | Радіально-свердлильна Свердлити 2 отв. 19; 2 отв. 20; 7 отв. 21 | 6,26 | 2M55 | 67 | 7 |
| 6 | Радіально-свердлильна Свердлити 4 отв. Пов. 22; отв. 24, 21 отв. пов.25 | 5,4 | 2M55 | 67 | 6,03 |
| | Всього | 16,51 | | | 22,62 |

Таблиця 1.2. – Проектний (новий) варіант технологічного процесу виготовлення картера

| № п/п | Назва операції та її зміст | Штучний час, Т _{шт.хв} | Модель верстата | Собівартість | |
|-------|---|---------------------------------|-----------------|----------------------|--------------------|
| | | | | нормативна, грн./год | Технологічна, грн. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Карусельно-фрезерна Фрезерувати пов. 1, 2, 3, 4 послідовно | 1,6 | 6M23 | 84 | 4,9 |

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | | 19 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|------|---------|-----|------|
| 2 | Агрегатно-свердлильна Свердлити отвори 19, 20, 21 одночасно. Свердлити отвори 23, 24, 22 одночасно. Свердлити отвір 25 | 0,52 | AM-8848 | 124 | 1,07 |
| | Всього | 2,12 | | | 5,97 |

Всі інші операції технологічного процесу виготовлення картера є аналогічними, тому розрахунок за собівартістю операцій визначаємо за C_{\min} і проводимо тільки за відмінними операціями. Результати розрахунків заносимо в таблицю.

Порівняємо витрати при виготовленні базової деталі за двома варіантами:

$$\sum C_I = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6 = 4,9 + 2 + 1,35 + 1,34 + 7 + 6,03 = 22,62 \text{ грн}$$

$$\sum C_{II} = C_1 + C_2 = 4,9 + 1,07 = 5,97 \text{ грн}$$

Робимо висновок, що більш економічним варіантом технологічного процесу – є вар. II, так як $\sum C_{II} < \sum C_I$.

Таблиця 1.3. – Проектний (новий) варіант технологічного процесу виготовлення картера

| № оп. | Назва і зміст операції | Модель верстата |
|-------|---|---------------------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| 005 | Карусельно-фрезерна Фрезерувати поверхні 1, 2, 3, 4 | 6M23 Карусельно-фрезерний |
| 010 | Радіально-свердлильна Свердлити 2 отвори 5 і 6 | Радіально-свердлильний 2M55 |
| 015 | Вертикально-розточна Розточити одночасно от. 7, 8, 9 | Вертикально-розточний н/а 9A524 |
| 020 | Алмазно-розточна Розточити 2 отв. 5 і 6 одночасно | Алмазно-розточний н/а КК133 |
| 025 | Токарно-гвинторізна Підрізати торці 10, 11, 12, фаску 13. Розточити поверхні 14, 15 послідовно. Підрізати пов. 16 | Токарно-гвинторізний 1M63 |
| 030 | Агрегатно-свердлильна Свердлити отвори 19, 20, 21 одночасно. Свердлити отвори 23, 24, 22 одночасно. Свердлити отвір 25 | Агрегатно-свердлильний AM8848 |
| 035 | Спеціальна фрезерна | Вертикально-свердлильний 2H135 |

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | | 20 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | | | | | |

| | | |
|-----|--|------------------------------|
| 085 | Алмазно-розточна Підрізати поверхні 70, 71 одночасно | Алмазно-розточний н/а КК-730 |
| 090 | Алмазно-розточна Розточити отвори 72, 73 Розточити фаску 74 послідовно | Алмазно-розточний н/а 2705 |
| 095 | Алмазно-розточна Розточити отвори 75, 76 Розточити фаску 77 Розточити поверхню 78 Розточити фаску 79 | Алмазно-розточний н/а ОС3169 |
| 100 | Слюсарна Зенкувати фаску 80 Нарізати різь 81 | Верстак 517Т-00-000 |

1.5. Постановка задачі на кваліфікаційну роботу

Завдяки проведеному аналізу технічних вимог деталі, відомих технологічних процесів складання і механічної обробки подібних виробів, службового призначення об'єкту виробництва, можемо зробити такий висновок: існуючий на заводі технологічний процес механічної обробки картера спроектовано на задану програму випуску, що відповідає великосерійному виробництву під наявну номенклатуру металообробного обладнання, які є нераціональними для умов кваліфікаційної роботи.

Завдяки цьому можна сформулювати постановку задачі кваліфікаційної роботи, що полягає в наступному:

- потрібно розробити оптимальну для заданої програми випуску структуру технологічного процесу механічної обробки корпусу з використанням високопродуктивного обладнання та оснастки;
- спроектувати технологічну оснастку, необхідну для підвищення точності, якості та ефективності за механічної обробки деталі;
- провести техніко-економічне обґрунтування даної роботи;
- розробити заходи з охорони праці.

| | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|-------------------------|------|
| | | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | 22 |

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Попереднє встановлення типу та організаційної форми виробництва

Визначимо наближено тип виробництва враховуючи масу деталі та її річну програму випуску.

Визначимо програму випуску деталей:
$$N_p = N \cdot \left(1 + \frac{\alpha + \beta}{100}\right),$$

де: $N_p = 2000$ шт. – розрахункова програма випуску деталей;

$\alpha = (0...5\%)$ – коефіцієнт, що враховує відсоток деталей, що йдуть як запасні частини;

$\beta = (1...3\%)$ – коефіцієнт, що враховує витрати деталей, які йдуть у брак.

Приймаємо: $\beta = 1\%$.

Тому, $N_p = 20000 \cdot \left(1 + \frac{1+1}{100}\right) = 20400$ шт./рік.

Так як маса деталі складає 14,7 кг, то тип виробництва за заданої програми випуску – середньосерійний.

Доцільність використання потокової форми організації виробництва встановлюється на основі порівняння середнього штучного часу для декількох основних операцій за розрахункового такту випуску.

Проведемо розрахунок такту виробництва:
$$\tau = \frac{60 \cdot F_\delta}{N_p},$$

де: τ - такт виробництва;

F_δ - реальний фонд часу роботи обладнання;

N_p - розрахункова програма виготовлення деталей.

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 23 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |

$$\text{Тому, } \tau = \frac{60 \cdot 4029}{20400} = 11,85 \text{ хв./шт.}$$

$$K_3 = \frac{T_{um}}{\tau} = \frac{2,12}{11,85} = 0,18.$$

У зв'язку з тим, що $K_3=0,17 < 0,6$, тому приймаємо групову форму організації виробництва.

Визначимо технологічні показники за групової форми ОВ:

- кількість деталей у партії при одноразовому запуску у виробництво:

$$n = \frac{N \cdot a}{254} = \frac{20400 \cdot 6}{254} = 482 \text{ шт.}$$

- кількість робочих змін при обробці даної партії заготовок:

$$C = \frac{T_{um} \cdot n}{476 \cdot 0,8} = \frac{2,12 \cdot 482}{476 \cdot 0,8} = 2,7$$

Приймаємо три зміну роботу. Тоді кількість деталей у партії, що

обробляються за три зміни, складає: $n_{np} = \frac{C_{np} \cdot 476 \cdot 0,8}{T_{um}} = \frac{3 \cdot 476 \cdot 0,8}{2,12} = 539 \text{ шт.}$

2.2. Відпрацювання деталі на технологічність

Картер механічного редуктора використовується як базова деталь, на якій встановлюються і закріплюються більша частина деталей гідромеханічної передачі.

З аналізу креслення картеру 695Ж2-1701015-В видно, що найбільші вимоги щодо точності та якості обробки висуваються до базових поверхонь 1, 2, 3, 4, для яких відхилення від площинності повинне бути не більшим за 0,1 мм, і відхилення від паралельності – не більшим за 0,05 мм на довжині 100 мм; щодо поверхонь отворів 5, 6, 72, 73, 75, 76, що мають досить високі вимоги на допуски при відхиленнях твірних від паралельності не більше 0,02 мм, а від перпендикулярності – не більше ніж 0,02 мм на довжині 100 мм і шорсткістю поверхонь $R_a 1,6$.

| | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|-------------------------|------|
| | | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | 24 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | |

Дані технічні вимоги визвані необхідністю забезпечення щільного прилягання деталей між собою, для виключення втрат мастила під час роботи, за причини їх нещільного прилягання.

Визначимо додаткові показники (коефіцієнти точності, шорсткості та використання матеріалу) для базової модифікованої конструкції деталі за даними таблиці.

Таблиця 2.1. – Відпрацювання конструкції деталі на технологічність

| Поверхня, що обробляється | Розміри поверхні, мм | | Квалітет точності | Шорсткість, R_a |
|---------------------------|---|----|-------------------|-------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 333±1,1 | НУ | 14 | 1,6 |
| 2 | 330,5 _{-0,2} | НУ | 10 | 3,2 |
| 3 | 42±0,5; <4°30` | НУ | 10 | 1,6 |
| 4 | 314 ^{+1,3} | НУ | 10 | 1,6 |
| 5 | Ø9,6 ^{+0,2} | У | 13 | 3,2 |
| 6 | Ø9,6 ^{+0,2} | НУ | 13 | 3,2 |
| 7 | Ø118,8 ^{+0,1} | НУ | 9 | 6,3 |
| 8 | Ø128,8 ^{+0,1} | НУ | 9 | 6,3 |
| 9 | Ø118,8 ^{+0,1} | У | 9 | 6,3 |
| 10 | 151,5 ^{+0,3} | НУ | 11 | 12,6 |
| 11 | 163,5 ^{+1,0} | НУ | 14 | 12,6 |
| 12 | 163,5 ^{+1,0} | НУ | 14 | 12,6 |
| 13 | 1×45° | У | 14 | 12,6 |
| 14 | R125 ^{+1,0} | У | 14 | 12,6 |
| 15 | R129 ^{+1,0} | НУ | 14 | 12,6 |
| 16 | R125 ^{+1,0} | У | 14 | 12,6 |
| 17 | Ø11 ^{+0,43} | У | 14 | 12,6 |
| 18 | 0,6×45° | У | 14 | 12,6 |
| 19 | Ø9,3 ^{+0,2} | НУ | 14 | 12,6 |
| 20 | Ø13 ^{+0,2} | У | 14 | 12,6 |
| 21 | Ø9,3 ^{+0,2} | НУ | 14 | 12,6 |
| 22 | Ø11,2 ^{+0,2} | У | 14 | 12,6 |
| 23 | Ø17 ^{+0,5} | У | 14 | 12,6 |
| 24 | Ø19 ^{+0,5} | У | 14 | 12,6 |
| 25 | Ø7,3 ^{+0,2} | У | 14 | 12,6 |
| 26 | 20 _{-0,14} | У | 11 | 12,6 |
| 27 | 106 ^{+0,2} | У | 10 | 12,6 |
| 28 | 24,5 _{-0,2} | НУ | 14 | 12,6 |
| 29 | R50 ^{+0,1} ; R62,5 ^{+0,1} | НУ | 10 | 12,6 |
| 30 | 24 ^{+0,045} | У | 8 | 1,6 |
| 31 | Ø18 ^{+0,035} | У | 8 | 1,6 |
| 32 | 1×45° | У | 14 | 1,6 |
| 33 | Ø46,2 ^{+0,2} | НУ | 10 | 1,6 |
| 34 | Ø46,2 ^{+0,2} | НУ | 10 | 1,6 |

| | | | | |
|----|--|----|----|------|
| 35 | $\varnothing 9,3^{+0,2}$ | HY | 12 | 1,6 |
| 36 | $\varnothing 11^{+0,4}$ | Y | 14 | 1,6 |
| 37 | $\varnothing 5^{+0,2}$ | Y | 13 | 12,6 |
| 38 | $1 \times 45^\circ$ | Y | 14 | 12,6 |
| 39 | $0,5 \times 45^\circ$ | Y | 14 | 12,6 |
| 45 | $1,6 \times 45^\circ$ | Y | 14 | 12,6 |
| 46 | КГ 1/4`` | HY | 12 | 12,6 |
| 47 | $\varnothing 12^{+0,3} \times 16^{+1,0}$ | Y | 13 | 1,6 |
| 48 | $\varnothing 6$ $-0,023$ $-0,041$ | Y | 8 | 1,6 |
| 49 | $0,5 \times 45^\circ$ | Y | 14 | 12,6 |
| 50 | $0,5 \times 45^\circ$ | Y | 14 | 12,6 |
| 51 | $\varnothing 23^{+0,5}$ | HY | 14 | 12,6 |
| 52 | $\varnothing 28,4^{+0,5}$ | HY | 14 | 12,6 |
| 53 | $25 \pm 0,3$ | Y | 14 | 12,6 |
| 54 | $120 \times 1^\circ$ | HY | 14 | 12,6 |
| 55 | $\varnothing 12,6^{+0,4}$ | HY | 14 | 12,6 |
| 56 | $\varnothing 9^{+0,2}$ | Y | 14 | 12,6 |
| 57 | $\varnothing 11,2^{+0,24}$ | Y | 14 | 12,6 |
| 58 | $1,6 \times 45^\circ$ | Y | 14 | 12,6 |
| 59 | $\varnothing 10^{+0,2}$ | Y | 14 | 12,6 |
| 60 | $\varnothing 8,7^{+0,14}$ | HY | 12 | 12,6 |
| 61 | $\varnothing 24,5^{+0,24}$ | HY | 12 | 12,6 |
| 62 | $\varnothing 11^{+0,4}$ | Y | 14 | 12,6 |
| 63 | $1,6 \times 45^\circ$ | Y | 14 | 12,6 |
| 64 | $1,6 \times 45^\circ$ | Y | 14 | 12,6 |
| 65 | $0,6 \times 45^\circ$ | | 14 | 12,6 |
| 67 | $1,6 \times 45^\circ$ (21 фаска) | Y | 14 | 12,6 |
| 68 | $26_{-0,2}$ | Y | 10 | 12,6 |
| 69 | $55^{+0,12}$ | Y | 12 | 12,6 |
| 70 | $26_{-0,52}$ | Y | 14 | 12,6 |
| 71 | $56^{+0,12}$ | Y | 10 | 12,6 |
| 72 | $\varnothing 47^{+0,027}$ | HY | 9 | 0,8 |
| 73 | $\varnothing 47^{+0,027}$ | | | |
| 74 | $2 \pm 0,1; < 30^\circ$ | Y | 12 | 0,8 |
| 75 | $\varnothing 130$ $+0,01$ $-0,03$ | Y | 8 | 0,4 |
| 76 | $\varnothing 130$ $+0,01$ $-0,03$ | Y | 8 | 0,4 |
| 77 | $1,6 \times 45^\circ$ | Y | 14 | 12,6 |
| 78 | $\varnothing 120$ $+0,09$ $-0,026$ | Y | 8 | 0,4 |
| 79 | $1,6 \times 45^\circ$ | Y | 14 | 12,6 |
| 80 | $1,6 \times 45^\circ$ | Y | 14 | 12,6 |
| 81 | КГ 1/8`` | HY | 14 | 12,6 |

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | | 26 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | | | | | |

Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів визначається з: $K_{ye} = \frac{Q_y}{Q_\Sigma}$,

де: Q_y - число уніфікованих елементів;

Q_Σ - загальне число елементів;

K_{ye} - коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів.

Тоді: $K_{ye} = \frac{202}{216} = 0,94$.

У зв'язку з тим, що $K_{ye} = 0,94 > 0,9$, то деталь вважається технологічною.

Коефіцієнт використання матеріалу становить: $K_{BM} = \frac{M_\partial}{M_3} = \frac{14,7}{16} = 0,92$

Коефіцієнт точності обробки визначається: $K_T = 1 - \frac{1}{A_m}$,

де: $A_m = \frac{n_1 + 2n_2 + \dots + 19n_{19}}{n_1 + n_2 + \dots + n_{19}}$ – середній квалітет обробки поверхонь.

Тому, $A_m = \frac{160 \cdot 14 + 10 \cdot 11 + 12 \cdot 8 + 10 \cdot 18 + 8 \cdot 9}{160 + 10 + 12 + 10 + 8} = 12,7$

Тоді $K_T = 1 - \frac{1}{12,7} = 0,92$. Відповідно якщо $K_T > 0,8$, то деталь є технологічною.

Визначимо коефіцієнт шорсткості поверхонь деталі: $K_u = \frac{1}{B_u}$,

де: $B_u = \frac{0,01 \cdot n_{0,01} + 0,02 \cdot n_{0,02} + \dots + 80 \cdot n_{80}}{n_{0,01} + n_{0,02} + \dots + n_{80}}$,

де: $n_{0,01} \dots n_{80}$ – число поверхонь, що мають шорсткість, яка відповідає даному параметру R_a .

$$B_u = \frac{10 \cdot 0,4 + 22 \cdot 0,8 + 60 \cdot 1,6 + 110 \cdot 6,3 + 200 \cdot 12,6}{10 + 22 + 60 + 110 + 200} = 8,315.$$

Тоді, $K_u = \frac{1}{8,315} = 0,12$. Якщо $K_u < 0,32$, то деталь вважається технологічною.

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|-------------------------|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 27 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | |

2.3. Вибір способу отримання заготовки, економічне обґрунтування

Виготовлення заготовок має велике значення для ефективності проведення будь-якого виробництва. Вдалий підбір матеріалу виробу, його способу виготовлення заготовки, конструктивної форми і розмірів заготовки, обладнання і технологічної оснастки її для виробництва, в основному визначає якість виробу і його ефективність при виконання основних функцій.

Базову деталь “Картер коробки передач” виготовляють з алюмінієвого сплаву АК9Т ОСТ48-178-80, що має хороші ливарні властивості.

Враховуючи тип виробництва (середньо-серійний), розміри деталі ($440 \times 320 \times 340$ мм³), її вагу (15 кг), матеріал та форму деталі (складна коробчаста форма) і згідно умовної оцінки показників технологічного процесу і якості виготовлення маємо наступне [12].

Приймаємо два методи одержання заготовки:

1 – лиття в кокіль (аналогічно як на Львівському заводі гідромеханічних передач);

2 – лиття під тиском.

Лиття в кокіль має такі основні характеристики і переваги:

- є можливість багаторазового використання ливарної форми;
- забезпечується висока точність розмірів і якість поверхонь заготовки;
- порівняно низька трудомісткість і собівартість заготовки;
- забезпечуються хороші умови праці;
- відсутня потреба у високій кваліфікації робітників.

Лиття під тиском, крім вищевказаних особливостей для кокільного лиття, має такі переваги:

- порівняно вища якість виливок (7...12 квалітет, шорсткість поверхонь 3,2...12,3 [12]);
- можливість виливання виробів з тонкими стінками (до 5 мм), отворів (до 5 мм), поверхонь з різьми, менші припуски на механічну обробку.

Недоліком лиття під тиском є більша вартість ливарних форм.

Вартість заготовки визначаємо за формулою:

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 28 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | | | | |

$$S_{заг} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{II} \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{відх}}{1000},$$

де: C_i – базова вартість 1 тони заготовок.

Згідно ([1], ст. 18) $C_i = 1280$ грн/т.

$Q; q$ - маса заготовки та деталі відповідно.

$Q_1 = 18,4$ кг; $q_1 = 15$ кг – для лиття в кокіль;

$Q_2 = 16,3$ кг; $q_2 = 14,1$ кг – для лиття під тиском ([1], ст. 33);

$K_T, K_C, K_B, K_M, K_{II}$ - коефіцієнти, що залежать відповідно від об'єму виробництва, класу точності, групи складності, ваги деталі та марки матеріалу.

$$K_{T1} = 1,0; K_{T2} = 1,1 \text{ ([1], ст. 33)}$$

$$K_{C1} = K_{C2} = 1,04; K_{II1} = K_{II2} = 1.$$

$$K_{M1} = K_{M2} = 1,0; K_{B1} = K_{B2} = 0,92 \text{ ([1], ст. 34, табл. 2.8.)}$$

$$\text{Тоді: } S_{заг1} = \frac{1280}{1000} \cdot 18,4 \cdot 1 \cdot 1,04 \cdot 0,92 \cdot 1 \cdot 1 - (18,4 - 15) \cdot \frac{240}{1000} = 21,72 \text{ грн.}$$

$$S_{заг2} = \frac{1280}{1000} \cdot 16,3 \cdot 1,1 \cdot 1,04 \cdot 0,92 \cdot 1 \cdot 1 - (16,3 - 14,1) \cdot \frac{240}{1000} = 21,42 \text{ грн.}$$

Зважаючи на те, що вартість заготовки, отриманої кокільним литвом, трохи вища за вартість заготовки за лиття під тиском і, враховуючи, що якість лиття під тиском значно вища, приймаємо для заготовки – лиття під тиском.

2.4. Вибір методу обробки поверхонь

Розрахунок проводимо для отвору $\varnothing 120^{+0,009}_{-0,026}$ мм.

Допуск заготовки на цю поверхню дорівнює:

$$T_{заг} = \pm 0,035 \text{ мм} = 0,70 \text{ мм.}$$

Приймаємо розрахункове уточнення: $\varepsilon_p = \frac{T_{заг}}{T_{дет}}$,

де: T_s, T_d – допуски заготовки і деталі.

| | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|-------------------------|------|
| | | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | 29 |

$$\text{Тому } \varepsilon_p = \frac{0,7}{0,035} = 20.$$

Визначаємо методи обробки, що забезпечують отримання допуску деталі $T_{дет} = 35$ мм та шорсткості поверхні $R_a 0,8$. Це може забезпечуватись точним розгортанням, тонким розточуванням, чистовим шліфуванням, розкатуванням та калібруванням. Шліфування алюмінієвого сплаву є недоцільним через засалення шліфувального круга. Розкатування і калібрування не підходять, бо вони не рекомендовані для глухих отворів. Тому застосуємо тонке розточування.

Визначимо необхідну кількість методів обробки згідно формули ([12], ст.

$$48): \quad m = \frac{\lg \varepsilon}{0,46},$$

де: ε - розрахункове уточнення;

m - необхідне число методів обробки.

$$\text{Для даного випадку } m = \frac{\lg 20}{0,46} = \frac{1,18}{0,46} = 2,56. \text{ Приймаємо 3 методи.}$$

Встановлюємо попередні методи обробки: розточування чорнове, розточування чистове.

Визначимо для кожного методу обробки середньоекономічний квалітет і допуск за ([12], ст. 50, табл. 5.1) .

$$\text{Загальне уточнення за всіх обробок: } \varepsilon_n = 3,19 \cdot 4,081 \cdot 1,55 = 20,17.$$

Перевіряємо правильність назначених методів обробки:

$$\varepsilon_n = 20,17 > \varepsilon_p = 20 \text{ – тому вибрана достатнє число методів.}$$

Решту розрахунків заносимо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2. – Вибір методу обробки поверхонь

| Поверхня та методи її обробки | Квалітет | Величина допуску, мкм | Розрахункове уточнення, |
|---|----------|-----------------------|-------------------------|
| 1. Поверхня $\varnothing 120$ + 0,009 мм - 0,026 мм | 7 | 35 | 20 |
| Заготовка | 14 | 700 | – |
| - розточування чорнове | 10 | 220 | 3,19 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 30 |

| | | | |
|--|----|-----|-------|
| - розточування чистове | 8 | 54 | 4,081 |
| - тонке розточування | 7 | 35 | 1,55 |
| 2. Поверхня $\varnothing 130$ $+0,01$ $-0,03$ мм | 8 | 40 | 17,5 |
| Заготовка | 14 | 700 | – |
| Розточування чорнове | 10 | 220 | 3,18 |
| Розточування чистове | 9 | 54 | 4,07 |
| Тонке розточування | 8 | 40 | 1,35 |
| 3. Поверхня $\varnothing 24$ $+0,045$ мм | 8 | 45 | 9,56 |
| Заготовка | 12 | 430 | – |
| Розсвердлювання | 10 | 130 | 3,3 |
| Зенкерування | 9 | 62 | 2,02 |
| Розгортання | 8 | 45 | 1,37 |
| 4. Поверхня $\varnothing 18$ $+0,035$ мм | – | 35 | 9,42 |
| Свердління | 11 | 330 | – |
| Зенкерування | 9 | 52 | 6,4 |
| Розгортання | 8 | 35 | 1,48 |

2.5. Вибір і розрахункове обґрунтування технологічних баз

Зважаючи на службове призначення деталі зроблено висновок, що основними базами картера є: торець A_2 (основна установочна база), та два отвори

$\varnothing 11$
 $+0,040$
 $-0,016$ мм (основні напрямна і опорна бази). Деталь має наступний

комплект допоміжних баз: Поверхня 4 – допоміжна установочна база;

Отвори $\varnothing 128,8$
 $+0,1$ мм і $\varnothing 118,8$
 $+0,1$ мм – допоміжні напрямна та опорна

бази. З аналізу технічних умов маємо: вісі отворів 7, 8, 9, 72, 73 повинні бути перпендикулярними до площини A_2 . Положення площини пов. 1 задано відносно площини А з вимогою паралельності і значенням відстані між ними.

Точність виходить з вимог до площинності, а осі отворів, що є на ній, повинні бути перпендикулярними.

Із викладеного робимо висновки:

- найбільш жорсткими є вимоги до положення допоміжних установочних, напрямних і опорних баз. Тому поверхні допоміжних баз, зокрема

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | | 31 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | | | | | |

отвори 7, 9 площин поверхні 4 потрібно обробляти від одних баз, і бажано з однієї установки на основні бази деталі;

- обробка кріпильних отворів повинна здійснюватись при базуванні деталі на основних базах;
- обробку вільних поверхонь потрібно проводити при базуванні, залежно від зручності, на основні або допоміжні бази.

У зв'язку з цим на найбільш відповідальних операціях як технологічні бази повинні використовуватись основні бази деталі, тому їх бажано обробляти в першу чергу. Такими поверхнями є поверхня A_2 і два отвори $\varnothing 11 \begin{matrix} +0,040 \\ -0,016 \end{matrix}$ мм, тому виконуємо обробку їх з точністю за 7 квалітетом.

Після вирішення питання з технологічними базами для більшості операцій вибираються бази для перших операцій. Розглянемо два способи базування:

- 1-й – на поверхню A_2 і два отвори $\varnothing 11 \begin{matrix} +0,040 \\ -0,016 \end{matrix}$ мм;
- 2-й – на поверхні A_2 і B_2 .

Висновок: варіант 1 дає меншу похибку базування, тому приймаємо його.

2.6. Детальна розробка оптимального варіанту технологічного процесу

2.6.1. Визначення допусків, припусків і операційних розмірів.

Проектування заготовки.

Розрахунок припусків для обробки отвору $\varnothing 18^{+0,035}$ мм (операція 050 Агрегатно-свердлильна; пов. 4 (31)) проводимо розрахунково-аналітичним методом, а на інші оброблювальні поверхні визначаємо припуски табличним методом.

Визначимо розрахунковий припуск: $2z_{\min} = 2(R_{z-i} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2})$,

де: R_{z-i} – висота мікронерівностей у попередньому технологічному переході; мкм;

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 32 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |

007Б-25.00.00.00.000 ПЗ

Схема базування
Схема А

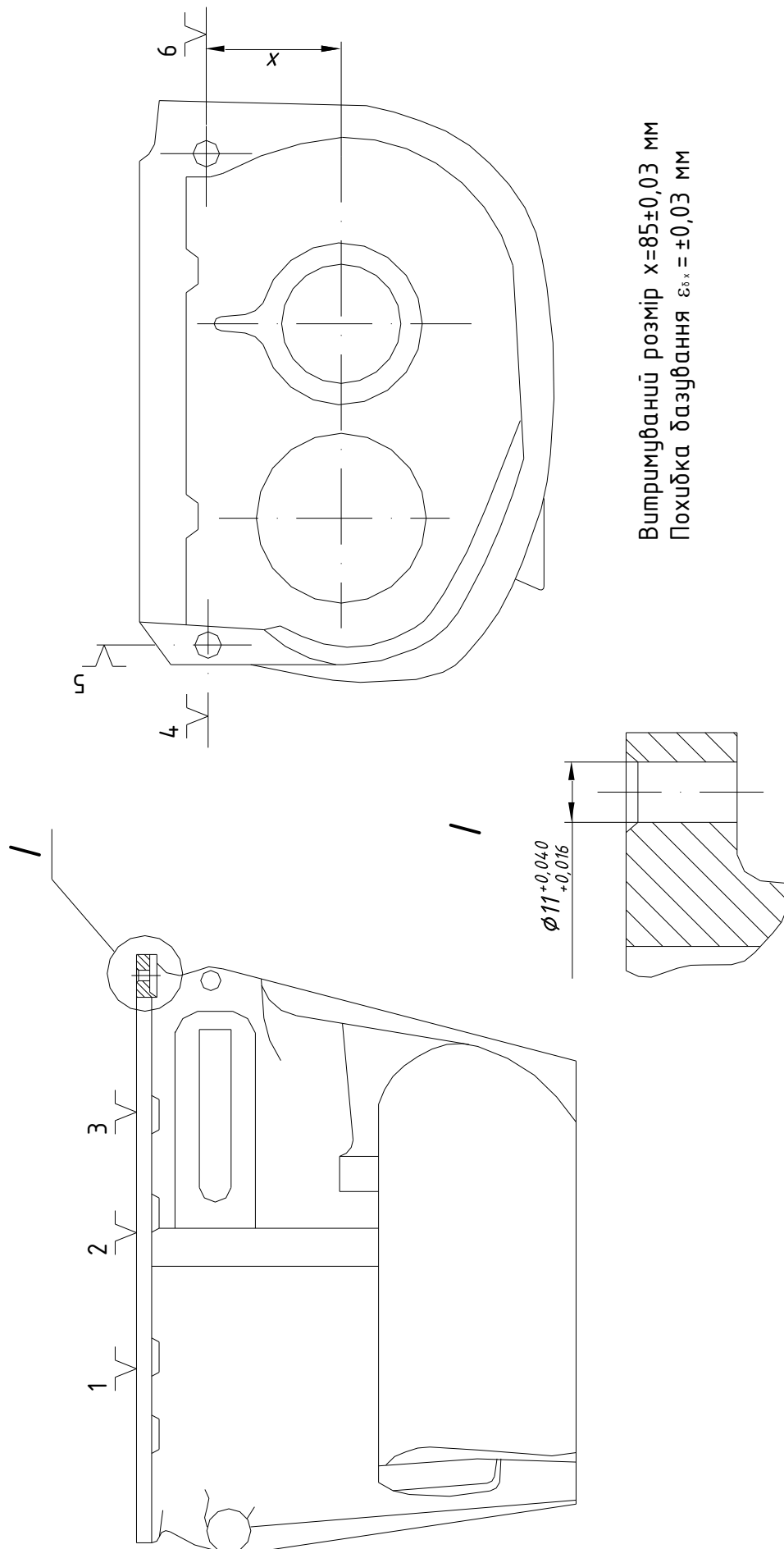


Рисунок 2.1 – Схема базування

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

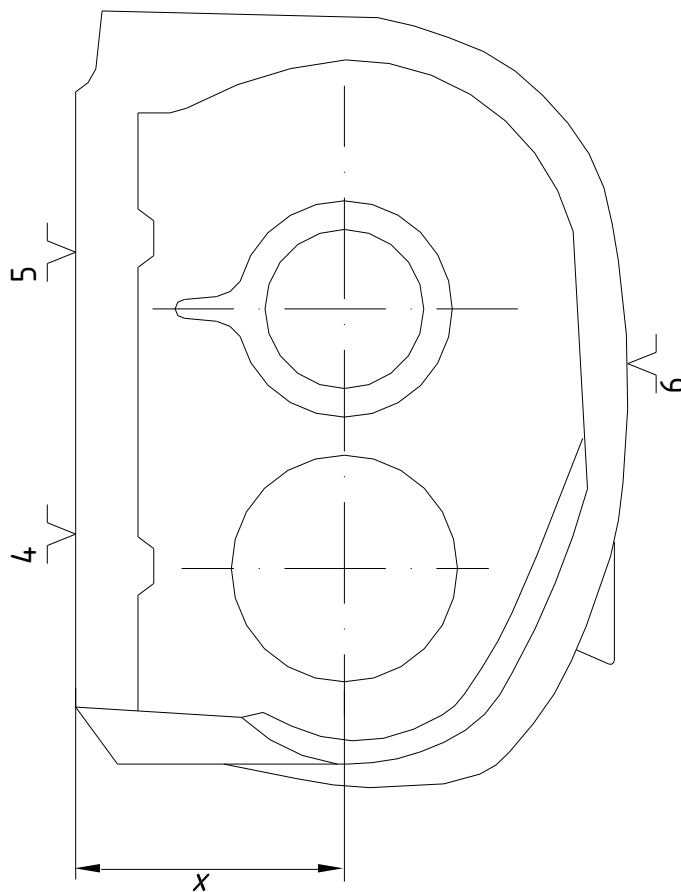
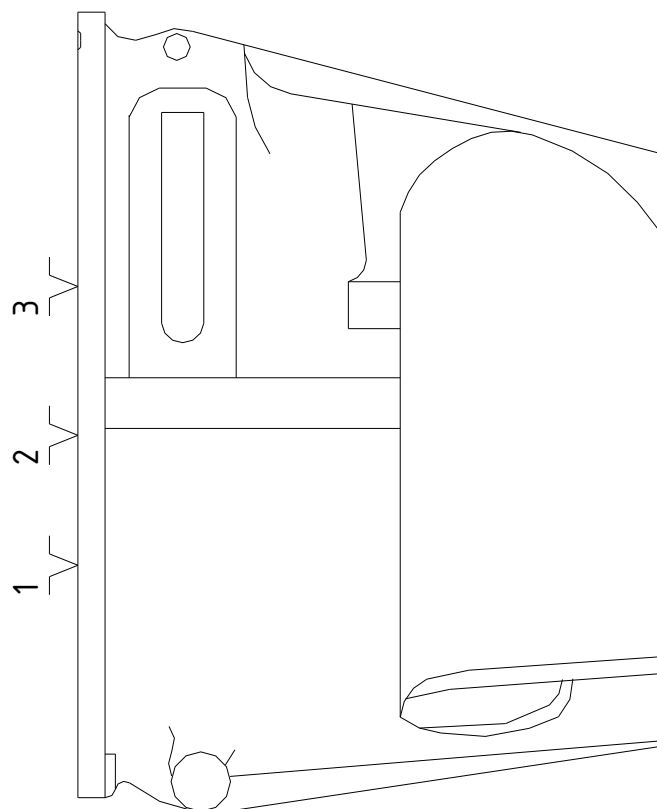
007Б-25.00.00.00.000 ПЗ

Арк.

33

Схема Б

↓ Б



Витримуваний розмір $x =$
 Похибка базування $\varepsilon_{\delta} = \delta_{a_{em}} = 1, 3 \text{ мм}$

Рисунок 2.2 – Схема базування

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |
| | | | | |

007Б-25.00.00.00.000 ПЗ

Арк.

34

T_{i-1} – глибина поверхневого дефектного шару після здійснення попереднього технологічного переходу; мкм;

ρ_{i-1} – сумарні значення просторових відхилень в попередньому технологічному переході, мкм;

ε_i – похибка установки на даному переході, мкм.

Для лиття під тиском:

$$R_z = 60 \text{ мкм}; T = 140 \text{ мкм} \quad ([1], \text{ ст. 65, табл. 4.3}).$$

В даному випадку деталь базується на базову площину A_2 і на два пальці.

$$\text{Тому: } \rho = \sqrt{(\Delta KL)^2 + C_o^2} \quad ([1], \text{ ст. 71, табл. 4.9})$$

де: ΔK - питому відхилення при свердлінні; $L = 166 \text{ мм}$ – довжина свердління; C_o - зміщення осі отворів при свердлінні.

$$\Delta K = 1,3 \text{ мкм/мм}; C_o = 20 \text{ мкм} \quad ([1], \text{ ст. 71, табл. 4,9})$$

$$\text{Тому, } \rho = \sqrt{(1,3 \cdot 166)^2 + 20^2} = 215 \text{ мкм.}$$

Похибки установки визначається за формулою: $\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_o^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{nz}^2}$, ([1], ст. 78)

де: ε_o - похибка при базуванні;

ε_3 - похибка при закріпленні;

ε_{nz} - похибка положення заготовки.

Деталь базується на двох отворах і поверхні:

$$\text{Тоді, } \varepsilon_o = S_{\min} + \delta_B + \delta_A, \quad ([1], \text{ ст. 78})$$

де: S_{\min} - мінімальний забезпечений зазор;

δ_B - допуск розміру пальців;

δ_A - допуск розміру базового отвору;

$$S_{\min} = 16 \text{ мкм}; \delta_B = 27 \text{ мкм}; \delta_A = 24 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_o = 16 + 27 + 24 = 67 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_3 = 80 \text{ мкм.} \quad ([1], \text{ ст. 82, табл. 39})$$

$$\varepsilon_{np} = 50 \text{ мкм.}$$

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 35 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |

Маємо: $\varepsilon = \sqrt{67^2 + 80^2 + 50^2} = 115 \text{ мкм}$.

Загальний мінімальний припуск: $2Z_{\min} = 2(60 + 140 + \sqrt{215^2 + 115^2}) = 2 \cdot 444 \text{ мкм}$

Приймаємо: $2Z_{\min} = 2 \cdot 500 \text{ мкм}$.

Результати розрахунків заносимо в таблицю.

$$2Z_{\min \text{ зенкер}} = 2(30 + 60 + \sqrt{15^2 + 10^2}) = 2 \cdot 108 \text{ мкм}$$

Приймаємо: $2Z_{\min \text{ зенкер}} = 2 \cdot 110 \text{ мкм}$.

$\rho_{св} = K \cdot \rho_{заг} = 0,06 \cdot 215 = 13 \text{ мкм}$; приймаємо $\rho_{св} = 15 \text{ мкм}$.

де: K - коефіцієнт уточнення; $K = 0,06$ ([1], ст. 73)

$\varepsilon_{дет} = K \cdot \varepsilon_{заг} = 0,06 \cdot 115 \approx 7 \text{ мкм}$; приймаємо $\varepsilon_{дет} = 10 \text{ мкм}$.

$$2Z_{\min \text{ розв.}} = 2(20 + 40 + \sqrt{5^2 + 5^2}) \approx 2 \cdot 67 \text{ мкм},$$

Приймаємо: $2Z_{\min \text{ розв.}} = 2 \cdot 70 \text{ мкм}$.

Таблиця 2.4. – Розрахунок припусків для механічної обробки
отвору $\varnothing 18^{+0,035} \text{ мм}$

| Технологічні переходи | Елементи припуску, мкм | | | | Розрахунковий припуск $2 \cdot Z_{\min}$, мкм | Розрахунковий розмір, мкм | Допуск δ , мкм | Граничний розмір, мм | | Граничне значення припусків, мкм | |
|-----------------------|------------------------|-----|--------|---------------|--|---------------------------|-----------------------|----------------------|------------|----------------------------------|--------------------|
| | R_z | T | ρ | ε | | | | d_{\min} | d_{\max} | $2 \cdot Z_{\min}$ | $2 \cdot Z_{\max}$ |
| Заготовка | 60 | 140 | – | – | – | 16,675 | 500 | 16,175 | 16,675 | – | – |
| Свердління | 30 | 60 | 215 | 115 | 2·500 | 17,675 | 160 | 17,675 | 17,675 | 1000 | 1340 |
| Зенкерування | 20 | 40 | 15 | 10 | 2·110 | 17,895 | 70 | 17,825 | 17,895 | 220 | 310 |
| Розточування | – | – | 5 | 5 | 2·70 | 18,035 | 35 | 18 | 18,035 | 140 | 175 |

Припуски і допуски при механічній обробці інших поверхонь деталі призначаємо за ДСТУ 26645-95 і всі результати заносимо в таблицю.

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | | | | | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | 36 |

Найбільший розмір на розгортання; 18,035 мм

Допуск на розгортання $\delta_{розв.} = 0,035$ мм

Найменший розмір на розгортання; 18,0 мм

Найбільший розмір на зенкерування; 17,895 мм

Допуск на зенкерування $\delta_{зенк.} = 0,07$ мм

Найменший розмір на зенкерування; 17,825 мм

Найбільший розмір на свердління; 17,675 мм

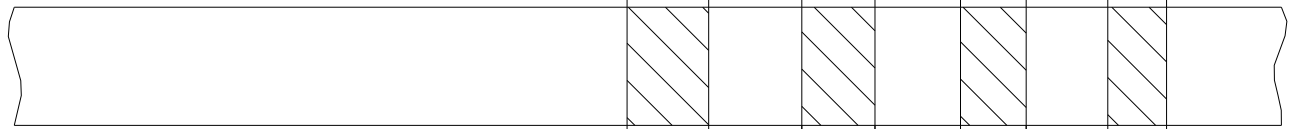
Допуск на свердління $\delta_{св.} = 0,16$ мм

Найменший розмір на свердління; 17,515 мм

$d_{\max. заз.} = 16,675$ мм

Допуск заготовки $\delta = 0,5$ мм

$d_{\min. заз.} = 16,175$ мм



Найбільший припуск на свердло

$2xZ_{\max} = 1,34$ мм

Найменший припуск на свердло

$2xZ_{\min} = 1$ мм

Найбільший припуск на зенкерування

$2xZ_{\max} = 0,310$ мм

Найменший припуск на зенкерування

$2xZ_{\min} = 0,22$ мм

Найбільший припуск на розгортання

$2xZ_{\max} = 0,175$ мм

Найменший припуск на розгортання

$2xZ_{\min} = 0,14$ мм

Рисунок 2.4 – Схема розрахунку припусків на механічну обробку отвору $\varnothing 18^{+0,035}$ мм

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 37 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | | | | |

Таблиця 2.5. – Припуски і допуски для механічної обробки

| Обробляємо поверхня | Розмір, мм | Припуск, мм | Допуск, мм |
|------------------------|---|-------------|------------|
| 2, 3, 4 | 350 _{-0,5} ; 42±0,5; 314+1,3 | 2; 2; 5 | ±0,3; ±0,6 |
| 7, 8, 9 | 128 ^{+0,1} ; Ø118 ^{+0,1} | 2 | ±0,2 |
| 5, 6 | Ø11 ^{+0,04} +0,016 | 0,5 | ±01 |
| 10, 11, 12 | 151,5 ^{+0,3} ; 163,5 ^{+1,0} ; 29 _{-0,6} | 3 | ±0,5 |
| 26, 27 | 20 _{-0,14} ; 106 ^{+0,2} | 2,5 | ±0,3 |
| 28 | 24,5 _{-0,5} | 3 | ±0,3 |
| 29 | 16 _{-0,4} | 3 | ±0,3 |
| 50 | Ø6 ^{-0,023} -0,041 | 0,15 | ±0,04 |
| 68, 69 | 55 ^{+0,12} ; 26,5 _{-0,2} | 5 | ±0,5 |
| 70, 71 | 56 ^{+0,12} ; 26 _{-0,52} | 1 | ±0,2 |
| 73 | 47 ^{+0,027} | 0,5 | ±0,1 |

2.6.2. Розмірний аналіз технологічного процесу.

Розмірний аналіз технологічного процесу виконується для встановлення зв'язків розмірних параметрів деталі при її виготовленні та розрахунку даних параметрів методом розв'язання операційних розмірних ланцюгів. При цьому визначають практичні значення припусків для механічної обробки та розмірів заготовок, включаючи і проміжні, для виконання окремих переходів.

Лінійні розміри поверхонь позначаються великими буквами алфавіту з цифровими індексами, при цьому нижній індекс означає номер поверхні, а верхній індекс – номер операції.

Для поверхні Ø18^{+0,035}мм:

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 38 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | | | | |

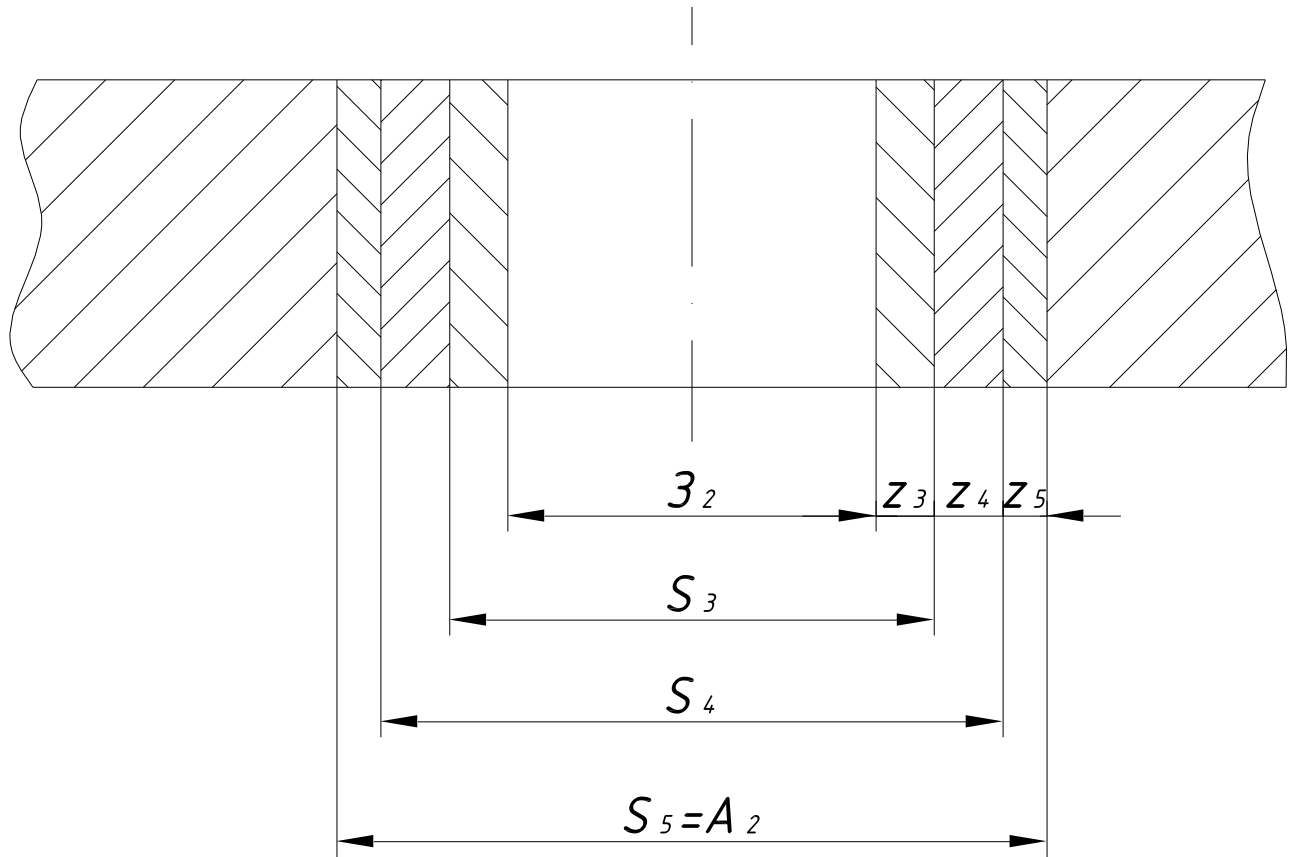


Рисунок 2.5 – Схема для розрахунку розмірного ланцюга

$$1. \quad A_2 = S_5 = 18^{+0,035} \text{ мм}$$

$$2. \quad 2Z_5 = S_5 - S_4; \quad Z_{5\min} = 0,07 \text{ мм}$$

$$S_4 = S_5 - 2Z_5$$

$$S_{4\max} = S_{5\min} - 2Z_{5\min} = 18 - 2 \cdot 0,07 = 17,86 \text{ мм}$$

$$T(S_4) = 0,052 \text{ мм}$$

$$S_{4\min} = 17,86 - 0,052 = 17,808 \text{ мм}$$

$$S_4 = 17,86^{+0,052} \text{ мм}$$

$$2Z_5 = 18^{+0,035} - 17,86^{+0,052} = 0,14^{+0,052}_{+0,035} \text{ мм}$$

$$Z_5 = 0,07^{+0,026}_{-0,018} \text{ мм}$$

| | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|-------------------------|------|
| | | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | 39 |

$$3. \quad 2Z_4 = S_4 - S_3$$

$$Z_{4\min} = 0,110 \text{ мм}$$

$$S_3 = S_4 - 2Z_4$$

$$S_{3\max} = S_{4\min} - 2Z_{4\min} = 17,86 - 2 \cdot 0,11 = 17,64 \text{ мм}$$

$$T(S_3) = 0,11$$

$$S_{3\min} = 17,64_{-0,11} = 17,53 \text{ мм}$$

$$S_3 = 17,53^{+0,11} \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_4 = 17,86^{+0,052} - 17,53^{+0,11} = 0,33_{+0,052}^{+0,11} \text{ мм}$$

$$4. \quad 2Z_3 = S_3 - 3_2; Z_{3\min} = 0,5 \text{ мм}$$

$$3_2 = S_3 - 2Z_3$$

$$3_{2\max} = S_{3\min} - 2Z_{3\min} = 17,53 - 1,0 = 16,53$$

$$T(3_2) = 0,5 \text{ мм}$$

$$S_{2\min} = 16,53 - 0,5 = 16,03; S_2 = 16,03^{+0,5} \text{ мм}$$

$$2Z_3 = 17,53^{+0,11} - 16,03^{+0,5} = 1,5_{-0,5}^{+0,11} \text{ мм}$$

Аналогічні розрахунки здійснюємо і для інших поверхонь базової деталі, а отримані результати зводимо у таблицю.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 40 |

Таблиця 2.6. – Розмірний аналіз технологічного процесу

| Вихідний розмір, мм | | Вихідне рівняння | Розмір, що визначається, мм | | | |
|---------------------|----------------------|---|--|--------|---|--|
| Позначення | Величина | | Номинальний | Допуск | Технологічний | Граничне |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| A ₁ | 330 -0,25 | A ₁ =S ₁ | S ₁ =330 | 0,25 | S ₁ =330 _{-0,25} | – |
| Z _{1min} | 2 | Z ₁ =S ₂ -S ₁ | $S_{2min} = S_{1max} + 2Z_{1min} =$ $= 330 + 2 = 332 \text{ мм}$ $S_{2max} = S_{2min} + \delta =$ $= 332 + 0,87 = 332,57$ | 0,57 | $S_2 = 332,57 -$ $- 0,57 =$ $= 332,57_{-0,57} \text{ мм}$ | $2Z_1 = 332,57 -$ $- 0,57 - 330 -$ $- 0,25 =$ $= 2,57_{-0,57}^{+0,25} \text{ мм}$ |
| Z _{2min} | 2 | Z ₂ =3 ₁ -S ₂ | $3_{1min} = S_{2max} + Z_{2min} =$ $= 332,57 + 2 =$ $= 234,57 \text{ мм}$ $3_{1max} = 3_{1min} + \delta =$ $= 335,57$ | 1 | 3 ₁ =335,07±0,5 | $Z_2 =$ $= 335,07 \pm 0,5 -$ $- 332,57_{-0,57} =$ $= 2,5_{-0,5}^{+1,07}$ |
| A ₂ | 18 ^{+0,035} | A ₂ =S ₅ | S _{5min} =18 | 0,035 | S ₅ =18 ^{+0,035} | – |
| Z _{5min} | 0,07 | 2Z ₅ =S ₅ -S ₄ | $S_{4max} = S_{5min} - 2Z_{5min} =$ $= 18 - 2 \cdot 0,07 = 17,86 \text{ мм}$ $S_{4min} =$ $= 17,86_{-0,052} = 17,808$ | 0,052 | S ₄ = 17,86 ^{+0,052} | $2Z_5 = 18^{+0,035} -$ $- 17,86^{+0,052} =$ $= 0,14_{-0,052}^{+0,035}$ |
| Z _{4min} | 0,11 | 2Z ₄ =S ₄ -S ₃ | $S_{3max} = S_{4min} - 2Z_{4min} =$ $= 17,86 - 0,22 = 17,64$ $S_{3min} =$ $= 17,64_{-0,11} = 17,53$ | 0,11 | $S_4 = 17,86^{+0,052}$ $S_3 = 17,53^{+0,11}$ | $2Z_5 = 18^{+0,035} -$ $- 17,86^{+0,052} =$ $= 0,14_{-0,052}^{+0,035} -$ $- 17,53^{+0,11} =$ $= 0,33_{-0,11}^{+0,052}$ |
| Z _{3min} | 0,5 | 2Z ₃ =S ₃ -S ₂ | $3_{2max} = S_{3min} - 2Z_{4min} =$ $= 17,53 - 1 = 16,53$ $3_{2min} = 16,53_{-0,5} = 16,03$ | 0,5 | 3 ₂ = 16,03 ^{+0,5} | $2Z_3 = 17,53^{+0,11} -$ $- 16,03^{+0,5} =$ $= 1,5_{-0,5}^{+0,11}$ |
| A ₃ | 24 ^{+0,045} | A ₃ =S ₈ | S ₈ =24 | 0,045 | S ₈ =24 ^{+0,045} | – |
| Z _{8min} | 0,07 | 2Z ₈ =S ₈ -S ₇ | $S_{7max} = S_{8min} - 2Z_{8min} =$ $= 24 - 20,07 = 23,86$ $S_{7min} =$ $= 23,86_{-0,06} = 23,8$ | 0,06 | S ₇ = 23,8 ^{+0,06} | $2Z_8 = 24^{+0,045} -$ $- 23,8^{+0,06} =$ $= 0,2_{-0,06}^{+0,045}$ |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 41 |

Продовження таблиці 2.6

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--------------|-------------------------|-------------------------|--|-------|---|--|
| $Z_{7\min}$ | 0,11 | $2Z_7=S_7-S_6$ | $S_{6\max} = S_{7\min} - 2Z_{7\min} =$ $= 23,8 - 2 \cdot 0,11 = 23,58$ $S_{6\min} = 23,58 - 0,12 =$ $= 23,46$ | 0,12 | $S_6 = 23,46^{+0,12}$ | $2Z_7 = 23,8^{+0,06} -$ $- 23,46^{+0,12} =$ $= 0,34^{+0,06}_{-0,12}$ |
| $Z_{6\min}$ | 0,5 | $2Z_6=S_6-3_3$ | $3_{3\max} = S_{6\min} - 2Z_{6\min} =$ $= 23,46 - 0,5 = 22,96$ $3_{3\min} = 22,96 - 0,6 =$ $= 22,36$ | 0,6 | $3_3 = 22,36_{-0,6} =$ $= 22,06 \pm 0,3$ | $2Z_6 = 23,46^{+0,12} -$ $- 22,6 \pm 0,3 =$ $= 1,4^{+0,42}_{-0,3}$ |
| A_4 | $47^{+0,027}$ | $A_4=S_{10}$ | $S_{10}=47$ | 0,027 | $S_{10}=47^{+0,027}$ | - |
| $Z_{10\min}$ | 0,15 | $2Z_{10}=S_{10}-S_9$ | $S_{9\max} = S_{10} - 2Z_{10\min} =$ $= 47 - 0,3 = 46,7$ $S_{9\min} = 46,7 - 0,1 =$ $= 46,6$ | 0,1 | $S_9 = 46,6^{+0,1}$ | $2Z_{10} = 47^{+0,027} -$ $- 46,6^{+0,1} =$ $= 0,4^{+0,027}_{-0,1}$ |
| $Z_{9\min}$ | 0,8 | $2Z_9=S_9-3_4$ | $3_{4\max} = S_9 - 2Z_{9\min} =$ $= 46,6 - 1,6 = 45$ $3_{4\min} = 45 - 0,8 =$ $= 44,2$ | 0,8 | $3_4 = 44,2^{+0,8} =$ $= 44,5^{+0,5}_{-0,3}$ | $2Z_9 = 46,6^{+0,1} -$ $- 44,5^{+0,5}_{-0,3} =$ $= 2,1^{+0,4}_{-0,15}$ |
| A_5 | $120^{+0,009}_{-0,025}$ | $A_5=S_{12}$ | $S_{12}=120$ | 0,034 | $S_{12} = 120^{+0,009}_{-0,025}$ | - |
| $Z_{12\min}$ | 0,2 | $2Z_{12}=S_{12}-S_{11}$ | $S_{11\max} = S_{12} - 2Z_{12\min} =$ $= 120 - 0,4 = 119,6$ | 0,12 | $S_{11} = 119,48^{+0,12}$ | $2Z_{12} = 120^{+0,009} -$ $- 119,48^{+0,12} =$ $= 0,52^{+0,009}_{-0,145}$ |
| $Z_{11\min}$ | 1 | $2Z_{11}=S_{11}-3_5$ | $3_{5\max} = S_{11} - 2Z_{11\min} =$ $= 119,48 - 2 = 117,48$ $3_{5\min} = 117,48 - 1,2 =$ $= 116,23$ | 1,2 | $3_5 = 116,28^{+1,2}$ | $2Z_{11} = 119,48^{+0,12} -$ $- 116,28^{+1,2} =$ $= 3,2^{+0,12}_{-1,2}$ |
| A_6 | $130^{+0,04}$ | $A_6=S_{14}$ | $S_{14}=130$ | 0,04 | $S_{14} = 130^{+0,04}$ | - |
| $Z_{14\min}$ | 0,2 | $2Z_{14}=S_{14}-S_{13}$ | $S_{13\max} = S_{14} - 2Z_{14\min} =$ $= 130 - 0,4 = 129,6$ $S_{13\min} = 129,6 - 0,12 =$ $= 129,48$ | 0,12 | $S_{13} = 129,48^{+0,12}$ | $2Z_{14} = 130^{+0,04} -$ $- 129,48^{+0,12} =$ $= 0,52^{+0,04}_{-0,12}$ |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 42 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--------------|----------------|-------------------------|--|------|---------------------------|---|
| Z_{13min} | 1 | $2Z_{13}=S_{13}-3_6$ | $3_{6max} = S_{13} - 2Z_{13min} = 129,48 - 2 = 127,48$ | 1,2 | $3_6 = 126,5_{-0,2}^{+1}$ | $2Z_{13} = 129,48^{+0,12} - 126,5_{-0,2}^{+0,1} = 3_{-0,1}^{+0,32}$ |
| A_7 | $151 \pm 0,13$ | $A_7=S_{15}$ | $S_{15}=151$ | 0,26 | $S_{15} = 15,1 \pm 0,13$ | - |
| Z_{15min} | 2 | $Z_{15}=S_{15}-3_7$ | $3_{7max} = S_{15max} - Z_{15min} = 151,13 - 2 = 149,13$ $3_{7min} = 149,13 - 1 = 148,13$ | 1 | $3_7 = 149,13_{-1,0}$ | $2Z_{15} = 151,13_{-0,26} - 149,13_{-1,0} = 2,63 \pm 0,63$ |
| A_8 | $16_{-0,18}$ | $A_8=S_{16}$ | $S_{16}=16$ | 0,18 | $S_{16} = 16_{-0,18}$ | - |
| Z_{16min} | 1,5 | $Z_{16}=S_{16}-3_8$ | $3_{8min} = S_{16max} - Z_{16min} = 16 + 1,5 = 17,5$ $3_{8max} = 17,5 + 0,5 = 18$ | 0,5 | $18_{-0,5}$ | $2_{-0,5}^{+0,18}$ |
| A_9 | $56^{+0,12}$ | $A_9=S_{18}$ | $S_{18}=56$ | 0,12 | $S_{18} = 56^{+0,12}$ | - |
| $2Z_{18min}$ | 0,6 | $2Z_{18}=S_{18}-S_{17}$ | $S_{17max} = S_{18min} - 2Z_{18min} = 56 - 0,6 = 55,4$ $S_{17min} = 55,4 - 0,4 = 55$ | 0,4 | $S_{17} = 55,4_{-0,4}$ | $2Z_{18} = 56^{+0,12} - 55,4_{-0,4} = 0,8_{-0,2}^{+0,32}$ |
| $2Z_{17min}$ | 2 | $2Z_{17}=S_{17}-3_9$ | $3_{9max} = S_{17} - 3_9 = 55 - 2 = 53$ $3_{9min} = 53 - 2 = 51$ | 2 | $3_9 = 52 \pm 1$ | $2Z_{17} = 55,4_{-0,4} - 52 \pm 1 = 3,4_{-1,4}^{+1,0}$ |

2.6.3. Розрахунок режимів різання, вибір обладнання та оснащення.

Режими різання при виконанні операції 005 Карусельно-фрезерна проводимо розрахунково-аналітичним методом, на для усіх інших операцій – визначаємо табличним методом.

Операція 005 – Карусельно-фрезерна.

Фрезерування поверхні 1 в розмір $333 \pm 0,4$ мм.

- 1) Характер обробки – чистова операція;
- 2) Металорізальний інструмент – торцева фреза;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 43 |

3) Глибина різання.

Відповідно до технологічного процесу виготовлення деталі передбачаємо отримання необхідної шорсткості поверхні Ra1,6. Тоді глибина різання дорівнює припуску, тобто $t=2$ мм.

4) Подачу S визначаємо за ([3], ст. 440, табл. 36)

$$S_0 = 0,4 \dots 0,6 \text{ мм/об, тоді } S_z = \frac{S_0}{z} = (0,4 \dots 0,6) / 12 = 0,033 \dots 0,05 \text{ мм/зуб.}$$

Приймаємо: $S_z = 0,04$ мм/зуб.

5) Середнє значення стійкості визначимо за ([3], ст. 444, табл. 38)

$$T = 240 \text{ хв.}$$

6) Швидкість різання визначимо за формулою (2.12) за ([3], ст. 20):

$$V = \frac{C_v \cdot D^{q_v}}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot S_z^{y_v} \cdot B^{u_v} \cdot z^{p_v}} \cdot K_v,$$

де: $K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}$ - коефіцієнт швидкості;

K_{mv} - коефіцієнт якості оброблюваного матеріалу;

K_{nv} - коефіцієнт стану поверхні заготовки;

K_{uv} - коефіцієнт матеріалу інструмента;

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{1,25} = \left(\frac{190}{200} \right)^{1,25} = 0,9, \text{ що за ([3], ст. 424, табл. 9)}$$

$$K_{nv} = 0,8 \text{ за ([3], ст. 426, табл. 14)}$$

$$K_{uv} = 0,83 \text{ за ([3], ст. 426, табл. 15)}$$

Тому, $K_v = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,83 = 0,6$.

Значення коефіцієнтів і показників степені у формулі розрахунку швидкості різання за фрезерування вибираємо за ([3], ст. 442, табл. 37).

$$C_v = 445; q_v = 0,2; x_v = 0,15; y_v = 0,35; u_v = 0,2; P_v = 0; m = 0,32.$$

$$\text{Тоді, } V = \frac{445^{0,2} \cdot 350^{0,2}}{240^{0,32} \cdot 3,6^{0,15} \cdot 0,04^{0,35} \cdot 115^{0,2} \cdot 12^0} \cdot 0,6 = 147 \text{ м/хв.}$$

7) Частота обертання фрези:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 44 |

$$n_{\phi} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{\phi}}, \quad [3], \text{ ст. 444}$$

В даному випадку, $n_{\phi} = \frac{1000 \cdot 147}{3,14 \cdot 350} = 135 \text{ об/хв.}$

8) Подача визначається з: $S_{xв} = S_z \cdot n = 0,04 \cdot 135 \cdot 12 = 65 \text{ мм/хв.}$

9) Сила різання за ([3], ст. 448) дорівнює: $P_z = \frac{C_p \cdot t^{xp} \cdot S^{yp} \cdot B^{up} \cdot z}{D^{C_p} \cdot n^{w_p}} \cdot K_p,$

де: K_p - коефіцієнт, що враховує силу різання;

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{HB}{190} \right)^{0,4} \quad [3], \text{ ст. 430}$$

В даному випадку: $K_p = \left(\frac{200}{190} \right)^{0,4} = 1,09.$

Коефіцієнти і показники степені, що у формулі розрахунку сили різання P_z за фрезерування вибираємо за: ([3], ст. 445, табл. 39), а саме:

$$C_p = 54,5; \quad x_p = 0,9; \quad y_p = 0,74; \quad u_p = 1,0; \quad w_p = 0; \quad q_p = 1,0.$$

$$\text{Маємо: } P_z = \frac{54,5 \cdot 3,6^{0,9} \cdot 0,04^{0,74} \cdot 115^{1,0} \cdot 12 \cdot 1,09}{350^{1,0} \cdot 293^0} = 450,03 \text{ Н.}$$

10) Визначимо ефективну потужність різання: $N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60},$

$$\text{Отже, } N_e = \frac{450,03 \cdot 147}{1020 \cdot 60} = 1,2 \text{ кВт.}$$

11) Визначимо потужність приводу верстата: $N_{oe} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,2}{0,75} = 1,6 \text{ кВт.}$

12) Вибір верстата здійснюємо за видом обробки, розміром стола, потужності двигуна. За ([3], ст. 191) вибираємо карусельно-фрезерний верстат мод. 6М23.

Основні технічні характеристики верстата мод. 6М23:

- діаметр робочої поверхні столу - 1400 мм

| | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|-------------------------|------|
| | | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | 45 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | |

Таблиця 2.7. – Визначення режимів різання та технологічного обладнання

| Операція | Зміст переходів | Інструмент | t, мм | S, мм/об | T, хв. | V, м/хв | n, об/хв | N _{Різ} , кВт | N _{дв.} , не об'їд-не, кВт. | Верстат | N _{дв.} прийм. | | | | | | | | |
|------------------------------|--|--|--------------|--------------|--------|--------------|--------------|------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|------|-------|----|-------|------|-----|
| 005 Карусельно-фрезерна | Фрезерувати пов. 1, 2, 3, 4 послідовно | Фреза 21-272 | 2 | 250 | 90 | 400 | 250 | 1,3 | 1,8 | Карусельно-фрезерний мод. 6М23 | 13 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | 010 Радіально-свердлильна | Свердло 10-362 | 4,75 | 0,315 | 60 | 37,3 | 1250 | 0,8 |
| 015 Вертикально-розточна | Розточити отв. 7, 8, 9 одночасно | Боршпанга 37-68. Різець 04-1119 | 2 | 0,13 | 30 | 280 | 690 | 2,5 | 3,1 | Вертикально-розточний н/а мод. 9А52Н | 6,7 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | 020 Алмазно-розточна | Різець 04-1577 (2 шт.) Пробка 11 | 0,5 | 0,05 | 30 | 167,5 | 4850 | 1,5 |
| 025 Токарно-гвинторізна | Підрізати торці 10, 11, 12 фаску 13 | Різець 04-1724 | 3 | 0,3 | 45 | 48,6 | 120 | 2,5 | 5,1 | Токарно-гвинторізний мод. 1М63 | 13 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | 025 Розточити пов. 14, 15 послідовно | Різець 04-1725 | 3 | 0,3 | 45 | 94,2 | 120 | 4,3 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 030 Агрегатно-свердлильна | Свердлити отв. 19, 20, 21 одночасно | Свердло 2301-1013 Свердло 2301-1033 | 3,65 4,65 | 0,15 0,15 | 30 | 30,4 30,0 | 1400 1100 | 1,5 1,8 | 2,2 | Агрегатно-свердлильний мод. АМ-8848 | 5 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | Свердлити отв. 23, 24, 22 одночасно | Свердло 2301-1033 | 4,65 | 0,2 | 30 | 30,0 | 1100 | 1,9 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |
|------|------|----------|--------|------|

007Б-25.00.00.00.000 ПЗ

Арк.

47

Продовження табл. 2.7

| Операція | Зміст переходів | Інструмент | t, мм | S, мм/об | T, хв. | V, м/хв | n, об/хв | N _{Різ} , кВт | N _{дв.} не обхідне, кВт. | Верстат | N _{дв.} прийм. | | | | | | | | | |
|-----------------------------|------------------------------------|----------------------------|--------------------|----------|--------|---------|----------|------------------------|-----------------------------------|---|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------|------|-------|-----|-------|------|-----|
| 035 Спеціальна фрезерна | Фрезерувати пов. 26, 27 послідовно | Фреза (2 шт.) 99-2210-4003 | 2,5 | 0,28 | 90 | 35,67 | 335 | 1,8 | 2,4 | Вертикально-свердильний мод. 2Н135 | 4 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | 040 Горизонтально-фрезерна | Фрезерувати пов. 28 | Фреза 17-102 | 3 | 250 | 120 | 117,7 | 250 | 1,9 |
| 045 Вертикально-фрезерна | Фрезерувати пов. 29 | Фреза 2241-0512 | 3 | 75 | 120 | 247,3 | 630 | 2,3 | 2,8 | Вертикально-фрезерний з ЧПК мод. 6Р13Ф2 | 5 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | 050 Агрегатно-свердильна | Свердлити отв. 30, 31 | Свердло 10-457 | 8 | 0,19 | 30 | 27,8 | 550 | 1,9 |
| 055 Радіально-свердильна | Розсвердлити отв. 31 | Свердло 10-457 | 1 | 0,19 | 30 | 28,2 | 550 | 0,8 | 2,2 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | 050 Агрегатно-свердильна | Зенкерувати отв. 30, 31 | Зенкер 11-998 | 1,5 | 1,37 | 45 | 11,0 | 76 | 0,7 |
| | | | | | | | | | | | | | Зенкерувати отв. 33, 34 | Зенкер 11-997 | 1,5 | 1,37 | 45 | 11,0 | 76 | 0,8 |
| | | | | | | | | | | | | 055 Радіально-свердильна | Свердлити 2 отв. 35 | Свердло 2300-7208 | 4,65 | 0,224 | 30 | 46,72 | 1600 | 1,2 |
| 055 Радіально-свердильна | Свердлити отв. 36 | Свердло 2301-0404 | 6 | 0,224 | 30 | 60,29 | 1600 | 2,1 | | | | | | | | | | | | |
| | 055 Радіально-свердильна | Свердлити 3 отв. 37 | Свердло 2300-7165 | 3 | 0,224 | 30 | 25,12 | 1600 | 1,6 | 2,6 | Радіально-свердильний мод. 2М55 | 4 | | | | | | | | |
| 055 Радіально-свердильна | | | | | | | | | | | | | Зенкерувати фаску 38 | Зенківка 2353-0136 | 1 | 0,45 | 45 | 51,43 | 630 | 0,7 |
| | 055 Радіально-свердильна | Зенкерувати 3 фаски 39 | Зенківка 2353-0142 | 3 | 0,45 | 45 | 12,46 | 630 | 0,6 | | | | | | | | | | | |
| 055 Радіально-свердильна | | | | | | | | | | | | | Зенкерувати 3 фаски 39 | Зенківка 2353-0142 | 3 | 0,45 | 45 | 12,46 | 630 | 0,6 |

Продовження табл. 2.7

| Операція | Зміст переходів | Інструмент | t, мм | S, мм/об | T, хв. | V, м/хв | n, об/хв | N _{рзв} , кВт | N _{дв.} не обхід-не, кВт. | Верстат | N _{дв.} прийм. |
|------------------------------|---------------------------|------------------------|-------|----------|--------|---------|----------|------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| | | | | | | | | | | | |
| 060 Радіально-свердлильна | Зенкувати фаску 45 | Зенківка 2353-0133 | 3 | 0,224 | 45 | 59,79 | 1600 | 0,5 | 2,3 | Радіально-свердлильний мод. 2М55 | 4 |
| | Нарізати різь 46 | Мітчик К1/4" | 1 | 1,411 | 30 | 13,35 | 315 | 0,7 | | | |
| | Свердлити отв. 47 | Свердло 2301-0039 | 6 | 0,16 | 30 | 60,29 | 1600 | 1,4 | | | |
| | Розгорнути 2 отв. 50 | Розвертка 99-2363-4107 | 0,15 | 0,16 | 45 | 5,94 | 315 | 0,3 | | | |
| | Свердлити отв. 51 | Свердло 2301-0079 | 10 | 0,45 | 30 | 45,5 | 630 | 1,9 | | | |
| | Зенкувати отв. 52 | Зенкер 11-892 | 2,45 | 0,45 | 45 | 49,26 | 630 | 0,9 | | | |
| | Цекувати пов. 53 | Цековка 99-2350-4064 | 12,4 | 0,16 | 45 | 98,9 | 630 | 1,4 | | | |
| | Зенкувати фаску 54 | Зенківка 2353-0145 | 2 | 0,16 | 45 | 56,18 | 630 | 0,6 | | | |
| | Нарізати різь 52 | Мітчик М27×2 | 2 | 2 | 30 | 10,0 | 100 | 0,4 | | | |
| | Свер-ти отв. 55, 56 посл. | Свердло 2301-0393 | 4,5 | 0,224 | 30 | 28,26 | 1000 | 1,2 | | | |
| | Розсверд. отв. 55 | Свердло 2301-0030 | 5,1 | 0,224 | 30 | 32,03 | 1000 | 1,3 | | | |
| | Зенкувати фаску 55 | Зенківка 2353-0142 | 1,5 | 0,224 | 45 | 39,56 | 1000 | 0,3 | | | |
| | Нарізати різь 57 | Мітчик М12-6Н | 1,5 | 1,75 | 30 | 11,87 | 315 | 0,4 | | | |

Продовження табл. 2.7

| Операція | Зміст переходів | Інструмент | t, мм | S, мм/об | T, хв. | V, м/хв | n, об/хв | N ^{Різ} , кВт | N ^{дв.} не обхідне, кВт. | Верстат | N ^{дв.} прийм. |
|------------------------------|-----------------------|--------------------|-------|----------|--------|---------|----------|------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| | | | | | | | | | | | |
| 065 Радіально-свердлильна | Свердлиги отв. 57 | Свердло 2301-1051 | 5,6 | 0,224 | 30 | 35,17 | 1000 | 1,02 | 1,4 | Радіально-свердлильний мод. 2М55 | 4 |
| | Зенкерувати фаску 58 | Зенківка 2353-0133 | 1,6 | 0,224 | 45 | 40,19 | 1000 | 0,5 | | | |
| | Нарізати різь 57 | Мігчик К ¼" | 1,41 | 1,411 | 30 | 3,46 | 100 | 0,2 | | | |
| 070 Радіально-свердлильна | Свердлиги отв. 59 | Свердло 10-328 | 5 | 0,224 | 30 | 50,24 | 1600 | 0,9 | 1,8 | Радіально-свердлильний мод. 2М55 | 4 |
| | Свердлиги 2отв. 60 | Свердло 10-354 | 4,35 | 0,224 | 30 | 18,94 | 1600 | 0,8 | | | |
| | Свердлиги 2отв. 61 | Свердло 2301-0083 | 12 | 0,224 | 30 | 47,5 | 630 | 1,4 | | | |
| | Свердлиги 2отв. 62 | Свердло 2301-0404 | 5,5 | 0,224 | 30 | 55,26 | 1600 | 0,9 | | | |
| 075 Радіально-свердлильна | Зенкувати 7 фасок 63 | Зенківка 2353-0133 | 1,6 | 0,05 | 45 | 58,87 | 1500 | 0,8 | 1 | Радіально-свердлильний мод. VR-2 | 3 |
| | Зенкувати 4 фаски 64 | Зенківка 2353-0133 | 1,6 | 0,05 | 45 | 49,45 | 1500 | 0,8 | | | |
| | Зенкувати 2 фаски 65 | Зенківка 2353-0133 | 1 | 0,05 | 45 | 57,46 | 1500 | 0,7 | | | |
| | Зенкувати 21 фаску 66 | Зенківка 2353-0133 | 1,6 | 0,05 | 45 | 58,87 | 1500 | 0,8 | | | |
| | Зенкувати 21 фаску 67 | Зенківка 2353-0133 | 1,6 | 0,05 | 45 | 49,45 | 1500 | 0,8 | | | |

Продовження табл. 2.7

| Операція | Зміст переходів | Інструмент | t, мм | S, мм/об | T, хв. | V, м/хв | n, об/хв | N ^{різ} , кВт | N ^{дв.} не обхід-не, кВт. | Верстат | N ^{дв.} прийм. |
|----------------------|---|--------------------|-------|----------|--------|---------|----------|------------------------|------------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| 080 Гориз.-фрезерна | Фрезерувати пов. 68, 69 одночасно | Фреза 15-353 | 4 | 400 | 120 | 15,54 | 90 | 2,3 | 2,9 | Гориз.-фрез-й мод. 6Р82Г | 7,5 |
| | | | | | | | | | | | |
| 085 Алмазно-розточка | Підрізати пов. 70, 71 одночасно | Різець 04-1690 | 0,5 | 50 | 90 | 190 | 1000 | 0,6 | 0,8 | Розточний н/а КК-730 | 4 |
| | | Різець 04-1691 | 0,5 | 50 | 90 | 190 | 1000 | 0,6 | | | |
| 090 Алмазно-розточна | Розточити отв. 72, 73 фаску 74 послідовно | Різець 04-1123 | 0,5 | 92,5 | 90 | 454,6 | 3080 | 1,2 | 1,8 | Алмазно-розточний н/а 2705 | 4 |
| | | Різець 04-1189 | 2 | 92,5 | 90 | 502,9 | 3080 | 1,5 | | | |
| 095 Алмазно-розточна | Розточити отв. 75, 76 | Різець 04-1395 | 0,5 | 0,06 | 90 | 326,6 | 800 | 0,8 | 1,4 | Алмазно-розточний н/а ОС3169 | 4 |
| | | фаску 77 | 1,6 | 0,06 | 90 | 366,6 | 800 | 1,2 | | | |
| | поверхню 78 | 0,5 | 0,06 | 90 | 301,4 | 800 | 0,7 | | | | |
| | фаску 79 | 1,6 | 0,06 | 90 | 311,5 | 800 | 0,7 | | | | |
| 100 Слюсарна | Зенкувати фаску 80 | Зенківка 2353-0133 | 1,6 | 0,15 | 45 | 0,75 | 20 | 0,08 | - | Верстак 517Г-00 | - |
| | Нарізати різь пов. 81 | Мігчик К 1/8'' | 0,02 | 0,941 | 30 | 0,6 | 15 | 0,05 | | | |

2.6.4. Встановлення контрольних, допоміжних і транспортних операцій.

1) Контроль заготовки деталі “Картер коробки передач” відбувається таким чином:

- проводиться зовнішній огляд заготовок - для виявлення дефектів лиття, механічних пошкоджень заготовок;
- проводиться контроль твердості матеріалу (для 4-5 деталей у партії);
- проводиться контроль геометричних розмірів відливок (для 2-3 деталей з партії).

Для полегшення аналізу механізму технічного контролю заносимо дані у таблицю 2.8.

Таблиця 2.8. – Вибір засобів контролю параметрів поверхонь

| Контролює мий розмір, мм | Інструмент технічного контролю |
|--|---|
| 1 | 2 |
| 333±1,0 | Штангенциркуль ШЦ-III-400-0,1 ГОСТ 166-80; Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80; Скоба 330,5 ^{-0,2} ; плита 1-0-100×630 ГОСТ 10905-86 |
| 330,5 ^{-0,2} | |
| 42±0,5 | |
| 314 ^{+1,3} | |
| 20±0,3 | Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80 |
| Ø9,6 ^{+0,2} | |
| Ø128,8 ^{+0,1} | Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1 ГОСТ 166-80; Спеціальні шаблони |
| Ø118 ^{+0,1} | |
| 132±0,02 | |
| 100,45±0,03 | |
| 391±0,03 | Пробка 11 ^{+0,040} ^{+0,016} ; пристосування; еталон. |
| Ø11 ^{+0,040} ^{+0,016} | |
| 151,5 ^{+0,3} | Штангенглибиномір ШГ 0÷200 ГОСТ 162-80 Шаблон Штангенциркуль ШЦ-315-0,1 ГОСТ 166-80 |
| 163,5 ^{+1,0} | |
| 29,6 | |
| R125 ^{+0,1} | |
| Ø148 ^{+1,0} | |
| R129 ^{+1,0} | |
| 1×45° | Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80 |
| 11 ^{+0,43} | |
| Ø7,3 ^{+0,2} | Пробка 7,8 ^{+0,2} ; Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80 Пробка 9,3 ^{+0,2} |
| Ø9,3 ^{+0,2} | |
| 20 ^{-0,14} | Скоба 20 ^{-0,14} |
| 106 ^{+0,2} | Пробка 106 ^{+0,2} |

| 1 | 2 |
|------------------------|---|
| 24,5 _{-0,5} | Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80; Штангенциркуль ШЦ-II-315-0,1 ГОСТ 166-80 |
| 22 _{-0,5} | |
| 319 ^{+0,4} | |
| 16 _{-0,4} | Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80 |
| 25 ^{+0,5} | |
| 75±0,4 | |
| R50 ^{+2,0} | |
| ∅18 ^{+0,035} | Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80; Штангенглибиномір ШГ-200 ГОСТ 162-80; Пробка 24 ^{+0,045} ; пробка 18 ^{+0,035} |
| ∅24 ^{+0,045} | |
| 40±1,5 | |
| ∅46 ^{+0,2} | |
| ∅9,3 ^{+0,2} | Пробка 9,3 ^{+0,2} ; Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80 |
| ∅11 ^{+0,4} | |
| КГ ¼’’ | Пробка КГ ¼’’; Пробка 8,7 ^{+0,14} ; Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80; Пробка 6 ^{-0,023} ; пробка 9 ^{+0,2} ; пробка М27-2; Пробка М12-6Н |
| ∅8,7 ^{+0,14} | |
| М27-2 | |
| ∅6 ^{-0,023} | |
| ∅9 ^{+0,2} | |
| М12-6Н | |
| ∅8,7 ^{+0,14} | Пробка 8,7 ^{+0,14} ; Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80 |
| 55±0,1 | |
| ∅10 ^{+0,4} | |
| 55 ^{+0,2} | Калібр 55 ^{+0,2} ; калібр 26,5 _{-0,2} |
| 26,5 _{-0,2} | |
| 56 ^{+0,12} | Пробка 56 ^{+0,12} ; калібр 26 _{-0,52} |
| 26 _{-0,52} | |
| ∅47 ^{+0,027} | Пробка 47 ^{+0,027} ; нутромір НН-18-50 ГОСТ 868--82 |
| 71,08±0,3 | |
| ∅120 ^{-0,016} | Нутромір НИ 100-160 ГОСТ 868-82 Еталон 120 ^{-0,016} ; еталон 130 ^{+0,016} ∅130 ^{-0,045} ; еталон 130 ^{-0,03} Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80 |
| ∅130 ^{+0,016} | |
| ∅130 ^{-0,03} | |
| 85±0,03 | |

Кінцевий приймальний контроль вже готових деталей виконує контролер на контрольній операції.

Даному контролю підлягають:

- зовнішній вигляд деталей (деталь повинна бути без задирів та гострих кромок);
- шорсткість оброблених поверхонь;

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 53 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | | | | |

- контрольні розміри при застосуванні пристроїв з контролю;
- перевірка різьб та отворів по кресленню деталі.

На базі цих даних заповнюються операційні карти технічного контролю.

2) Встановлення транспортних операцій

Маса заготовки картера коробки передач складає 16,3 кг;

Габаритні розміри: 450×320×340 мм³;

Форма заготовки – коробчаста.

На ділянці механічної обробки картера заготовка завозиться зі складу на піддонах по 4 штуки і складаються на площадці для заготовок. Підвезення здійснюють заводським транспортом – електрокаром.

Основним транспортним засобом на ділянці є конвеєр мод. ЦПК-100. Заготовки між робочими місцями переміщуються у спеціальній тарі.

Величина партії запуску на конвеєр – $h = 12$ штук.

Швидкість руху конвеєра: $V_k = \frac{l}{\tau \cdot h_1} \cdot K_z$, [23], ст. 150

де: l - середня відстань між обладнанням;

τ - такт виробництва продукції;

K_z - коефіцієнт запасу; $K_z = 1,5$;

h_1 - величина партії заготовок для запуску на конвеєр.

Отже, $V_k = \frac{5}{11,8 \cdot 12} \cdot 1,5 = 0,5$ м/хв.

Як допоміжні транспортні засоби використовуємо спеціальну тару – касету, в якій знаходяться деталі для переміщення конвеєром. Касети закріплюють до кареток конвеєра.

2.6.5. Нормування технологічного процесу, уточнення типу виробництва.

Основний час T_o визначаємо за формулою: $T_o = \frac{L_{p.x} \cdot i}{S_o \cdot n}$, [22], ст. 117

де: $L_{p.x}$ - довжина робочого ходу, мм;

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | | 54 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | | | | | |

i – число переходів;

S - величина подачі, мм/об;

Π – частота обертання шпинделя, об/хв.

Результати розрахунків і проведені нормування, використавши ([1], ст. 205-212) заносимо в таблицю 2.9.

Таблиця 2.9. – Нормування технологічного процесу

| № оп. | Назва і зміст операції | T _о , хв. | T _{доп} , хв. | | | T _{обсл} , хв. | T _{відп} , хв. | T _{шт} , хв. |
|-------|---|----------------------|----------------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------|-----------------------|
| | | | T _{встанов і зак} , хв. | T _{перех} , хв. | T _{вим} , хв. | T _{техн і орг} , хв. | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 005 | Карусельно-фрезерна Фрезерувати поверхні 1, 2, 3, 4 | 0,64 | 0,29 | 0,2 | 0,2 | 0,08 | 0,08 | 1,49 |
| 010 | Радіально-свердлильна Свердлити 2 отвори 5 і 6 | 0,13 | 0,22 | 0,6 | 0,1 | 0,07 | 0,07 | 1,19 |
| 015 | Вертикально-розточна Розточити одночасно от. 7, 8, 9 | 0,166 | 0,27 | 0,2 | 0,12 | 0,06 | 0,06 | 0,876 |
| 020 | Алмазно-розточна Розточити 2 отв. 5 і 6 одночасно | 0,1 | 0,27 | 0,2 | 0,1 | 0,04 | 0,04 | 0,75 |
| 025 | Токарно-гвинторізна Підрізати торці 10, 11, 12, фаску 13. | 7,35 | 0,37 | 0,8 | 0,35 | 0,27 | 0,27 | 14,82 |
| | Розточити поверхні 14, 15 послідовно. | 4,3 | | | | | | |
| | Підрізати пов. 16 | 1,11 | | | | | | |
| 030 | Агрегатно-свердлильна Свердлити отвори 19, 20, 21 одночасно. | 0,167 | 0,27 | 0,2 | 0,36 | 0,08 | 0,08 | 1,514 |
| | Свердлити отвори 23, 24, 22 одночасно. | 0,19 | | | | | | |
| | Свердлити отвір 25 | 0,167 | | | | | | |
| 035 | Спеціальна фрезерна Фрезерувати поверхні 26, 27 послідовно | 0,744 | 0,29 | 0,2 | 0,2 | 0,09 | 0,09 | 1,614 |
| 040 | Горизонтально-фрезерна Фрезерувати поверхню 28 | 2,56 | 0,29 | 0,12 | 0,2 | 0,12 | 0,12 | 3,35 |
| 045 | Вертикально-фрезерна Фрезерувати поверхню 29 | 0,44 | 0,29 | 0,14 | 0,2 | 0,08 | 0,08 | 1,37 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----|--|--|------|------|------|------|------|-------|
| 050 | Агрегатно-свердлильна Свердлити отвори 30, 31 Розсвердлити отвір 31 Зенкувати отвір 30, отвір 31, фаску 32. Зенкерувати отвори 33, 34. | 0,38 0,29 0,38 0,19 0,63 | 0,27 | 0,36 | 0,27 | 0,14 | 0,14 | 3,05 |
| 055 | Радіально-свердлильна Свердлити 2 отвори 35. Свердлити отвір 36 Свердлити 3 отвори 37 Зенкувати фаску 38 Зенкувати 3 фаски 39 | 0,179 0,034 0,234 0,07 0,016 | 0,22 | 0,3 | 0,27 | 0,12 | 0,12 | 1,563 |
| 060 | Радіально-свердлильна Зенкувати фаску 45 Нарізати різь 46 Свердлити отвір 48 Розгорнути 2 отвори 50 Свердлити отвір 51 Зенкувати отвір 52 Цекувати поверхню 53 Зенкувати фаску 54 Нарізати різь 52 Свердлити отвори 55, 56 попередовно Розсвердлити отвір 55 Зенкувати фаску 56 Нарізати різь 55 | 0,01 0,156 0,82 0,28 0,26 0,25 0,05 0,05 0,32 0,259 0,156 0,07 0,127 | 0,22 | 1,2 | 0,25 | 0,22 | 0,22 | 4,918 |
| 065 | Радіально-свердлильна Свердлити отвір 59 Свердлити 2 отвори 60 Свердлити 2 отвори 61 Свердлити 2 отвори 62 | 0,571 0,142 0,567 0,152 | 0,22 | 0,2 | 0,28 | 0,08 | 0,08 | 2,292 |
| 070 | Радіально-свердлильна Свердлити отвір 57 Зенкувати фаску 58 Нарізати різь 57 | 0,08 0,07 0,156 | 0,22 | 0,15 | 0,25 | 0,05 | 0,05 | 1,026 |
| 075 | Радіально-свердлильна Зенкувати 7 фасок 63 Зенкувати 4 фаски 64 Зенкувати 2 фаски 65 Зенкувати 21 фаску 66 Зенкувати 21 фаску 67 | 0,3 0,11 0,03 0,56 0,56 | 0,22 | 0,3 | 0,28 | 0,12 | 0,12 | 1,56 |
| 080 | Горизонтально-фрезерна Фрезерувати поверхні 68, 69 одночасно | 0,2 | 0,29 | 0,16 | 0,26 | 0,08 | 0,08 | 1,07 |
| 085 | Алмазно-розточна Підрізати поверхні 70, 71 одночасно | 0,3 | 0,27 | 0,2 | 0,2 | 0,09 | 0,09 | 1,15 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----|--|------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| 090 | Алмазно-розточна Розточити отвори 72, 73 Розточити фаску 74 послідовно | 0,52 0,03 | 0,27 | 0,1 | 0,2 | 0,08 | 0,08 | 1,28 |
| 095 | Алмазно-розточна Розточити отвори 75, 76 Розточити фаску 77 Розточити поверхню 78 Розточити фаску 79 | 0,73 0,04 0,73 0,04 | 0,27 | 0,16 | 0,27 | 0,1 | 0,1 | 2,44 |
| 100 | Слюсарна Зенкувати фаску 80 Нарізати різь 81 | 1,0 2,98 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 5,18 |

Уточнимо тип виробництва за визначеною працездатністю технологічних операцій.

Вибір типу виробництва проводимо згідно методичних рекомендацій ДСТУ. Для цього застосуємо коефіцієнт закріплення операцій, який

визначається за формулою:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P},$$

де: O – число операцій, які виконуються на робочих місцях,

P – число робочих місць на дільниці.

Число верстатів для кожної операції визначаємо за формулою:

$$m_p = \frac{N \times T_{ум-к}}{60 \times F_d \times \eta_n},$$

де: N=20400 шт/рік - річна програма випуску;

$F_d = 4029$ год – дійсний річний фонд часу роботи обладнання;

$\eta_n = 0,8$ – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання.

Число операцій, що виконуються на робочому місці, визначається за формулою:

$$O = \frac{\eta_n}{\eta_{з.ф.}},$$

де: η_n – нормативний коефіцієнт завантаження верстатів;

$\eta_{з.ф.}$ – фактичний коефіцієнт завантаження верстатів.

Результати розрахунків за даними формулами заносимо у таблицю 2.10.

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 57 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |

Таблиця 2.10. – Визначення числа верстатів та операцій

| № опер. | Назва операції | $T_{шт-к, хв}$ | $m_p, шт$ | $m_{пр}, шт$ | η_ϕ | O |
|---------|------------------------|----------------|-----------|--------------|-------------|--------|
| 005 | Карусельно-фрезерна | 1,49 | 0,16 | 1 | 0,16 | 5,0 |
| 010 | Радіально-свердлильна | 1,19 | 0,13 | 1 | 0,13 | 6,2 |
| 015 | Вертикально-розточна | 0,876 | 0,09 | 1 | 0,09 | 8,9 |
| 020 | Алмазно-розточна | 0,75 | 0,08 | 1 | 0,08 | 10,0 |
| 025 | Токарно-гвинторізна | 14,82 | 1,56 | 2 | 0,78 | 1,03 |
| 030 | Агрегатно-свердлильна | 1,514 | 0,16 | 1 | 0,16 | 5,0 |
| 035 | Спеціальна фрезерна | 1,614 | 0,17 | 1 | 0,17 | 4,7 |
| 040 | Горизонтально-фрезерна | 3,35 | 0,35 | 1 | 0,35 | 2,3 |
| 045 | Вертикально-фрезерна | 1,37 | 0,12 | 1 | 0,12 | 6,7 |
| 050 | Агрегатно-свердлильна | 3,05 | 0,14 | 1 | 0,14 | 5,7 |
| 055 | Радіально-свердлильна | 1,563 | 0,16 | 1 | 0,16 | 5,0 |
| 060 | Радіально-свердлильна | 4,918 | 0,52 | 1 | 0,52 | 1,5 |
| 065 | Радіально-свердлильна | 2,292 | 0,24 | 1 | 0,24 | 3,3 |
| 070 | Радіально-свердлильна | 1,026 | 0,11 | 1 | 0,11 | 7,3 |
| 075 | Радіально-свердлильна | 1,56 | 0,16 | 1 | 0,16 | 5,0 |
| 080 | Горизонтально-фрезерна | 1,07 | 0,11 | 1 | 0,11 | 7,3 |
| 085 | Алмазно-розточна | 1,15 | 0,12 | 1 | 0,12 | 6,7 |
| 090 | Алмазно-розточна | 1,28 | 0,14 | 1 | 0,14 | 5,7 |
| 095 | Алмазно-розточна | 2,44 | 0,26 | 1 | 0,26 | 3,1 |
| 100 | Слюсарна | 5,18 | 0,55 | 1 | 0,55 | 1,5 |
| | Всього | 52,50 | | 21 | | 101,93 |

Тоді

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{101,93}{21} = 4,85$$

| | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|-------------------------|------|
| | | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | 58 |

Згідно ДСТУ 3.1108-94 якщо $1 < K_{з.о.} \leq 10$ – то тип виробництва багатосерійний.

Уточнення організаційної форми виробництва.

Визначаємо середній штучний час згідно ([23], ст. 167)

$$T_{сер} = \frac{\sum T_{шт}}{k},$$

де k - кількість операцій;

$T_{шт}$ - штучний час.

$$\text{Отже, } T_{сер} = \frac{52,50}{21} = 2,5 \text{ хв.}$$

Середня кількість робочих місць, що припадає на одну операцію: $R_m = \frac{T_{сер}}{\tau}$,

де $T_{сер}$ - середній штучний час;

τ - такт виробництва.

$$\text{Тоді, } R_m = \frac{2,5}{11,85} = 0,21$$

Так як $R_m = 0,21 < 0,6$, то приймаємо групову форму організації виробництва.

Кількість робочих змін для обробки даної партії заготовок:

$$C = \frac{T_{шт} \cdot n}{476 \cdot 0,8} = \frac{2,5 \cdot 482}{476 \cdot 0,8} = 3,2$$

Приймаємо 3 зміну. Тоді кількість деталей у партії, яке обробляється за три зміни становить: $n_{пр} = \frac{C_{пр} \cdot 476 \cdot 0,8}{T_{шт}} = \frac{3 \cdot 476 \cdot 0,8}{2,12} = 539 \text{ шт.}$

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 59 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | | | | |

РОЗДІЛ 3

КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Проектування пристрою для фрезерування

3.1.1. Розробка та вибір раціональної схеми компоновки пристрою.

Пристрій для обробки поверхонь 1, 2 з дотриманням розмірів $55^{+0,12}$ мм; $26,5_{-0,2}$ мм.

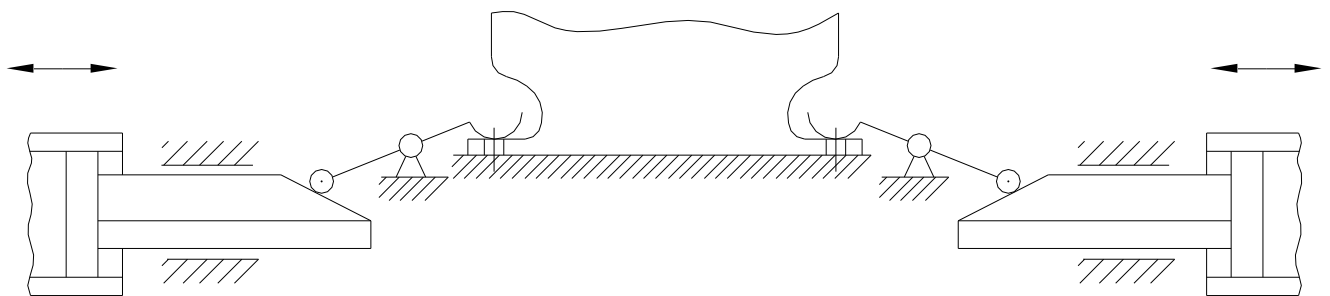
Пристрій призначено для базування деталі в просторі та її закріплення при обробці на горизонтально-фрезерному верстаті.

Пристрій має забезпечити необхідну силу затиску і умови для точного оброблення поверхонь 1, 2 з дотриманням розмірів $55^{+0,12}$ мм та $26,5_{-0,2}$ мм в деталі “Картер коробки передач”.

Конструкція пристрою повинна забезпечити паралельність поверхонь 1, 2 між собою з відхиленням не більше за 0,05 мм на довжині 100 мм, а також перпендикулярність цих поверхонь відносно базової поверхні A_2 з відхиленням не більше 0,02 мм на довжині 100 мм.

Технічні вимоги до пристрою виносимо на креслення пристрою.

Схема А



| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 60 |

Схема Б

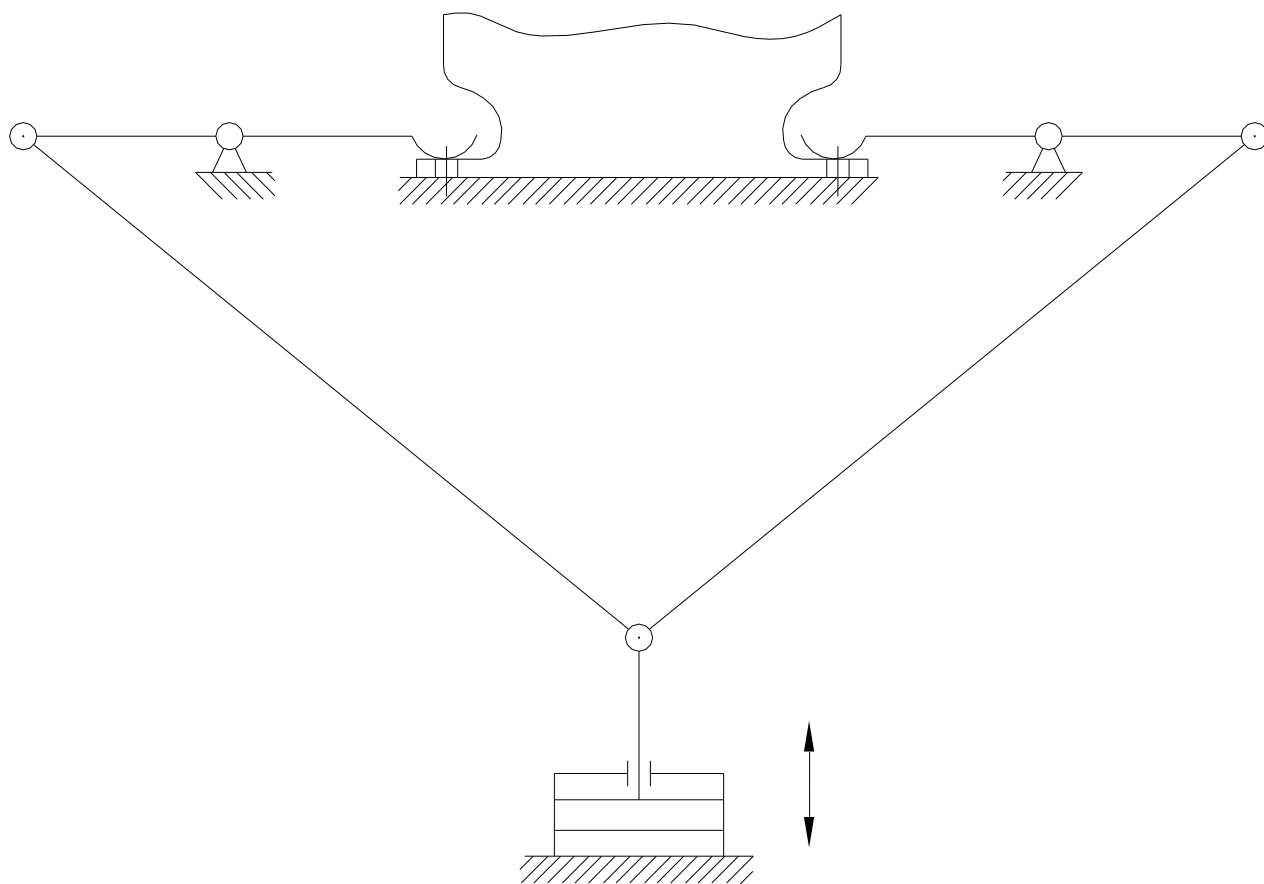


Рисунок 3.1 – Схема компоновки пристрою

При виборі конструкції пристрою керуємось критерієм компактності та простоти затискного механізму пристрою.

Таблиця 3.1. – Критерії оцінки компоновочних схем пристрою

| Схеми | Оптимальний коефіцієнт підсилення | Володіння властивістю самогальмування | К-сть передавальних механізмів | Компактність | Наявність проміжних ланок | Забезпечення ідентичної сили затиску | Сумарний критерій оцінки компоновочних схем |
|-------|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|--------------|---------------------------|--------------------------------------|---|
| А | 2 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1,2 |
| Б | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,9 |
| | 0,5 | 0,4 | -0,2 | 0,4 | -0,2 | 0,4 | |

Розраховуємо сумарний коефіцієнт ваги K_{Σ} для кожної схеми:

$$K_{\Sigma A} = 2 \cdot 0,5 + 1 \cdot 0,4 + 2 \cdot (-0,2) + 0 \cdot 0,4 + 1 \cdot (-0,2) + 1 \cdot 0,4 = 1,2$$

$$K_{\Sigma B} = 1 \cdot 0,5 + 0 \cdot 0,4 + 1 \cdot (-0,2) + 1 \cdot 0,4 + 1 \cdot (-0,2) + 1 \cdot 0,4 = 0,9$$

Отже, максимальний коефіцієнт ваги має схема А, вона і приймається ОПТИМАЛЬНОЮ.

3.1.2. Силовий розрахунок пристосування.

При обробці поверхонь 1, 2 найбільша сила різання, дорівнюватиме:

$$P_0 = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n \cdot W},$$

де $C_p = 22,6$

$D = 40$ мм

$x = 0,86$

$t = 4$ мм

$y = 0,72$

$B = 100$ мм

$n = 1,0$

$z = 10$ зуб

$q = 0,86$

$n = 900$ об/хв.

$W = 0$

$S = 400$ мм/хв.

([3], ст. 291, табл. 41)

Отже, $P = \frac{10 \cdot 22,6 \cdot 4^{0,86} \cdot 400^{0,72} \cdot 100^1 \cdot 10}{40^{0,86} \cdot 900} = 1650$ Н.

Крутного моменту, який би повертав деталь відносно установчої бази не існуватиме.

Сила затиску, потрібна для того, щоб деталь не при підняло або посунуло в процесі фрезерування.

Так як зусилля затиску розподілено на два циліндри, то $P_1 = P_2 = 850$ Н.

$$P_{\text{затиску}} > \frac{P}{f_{\text{тер}}}$$

де $f_{\text{тер}}$ - коефіцієнт тертя; $f_{\text{тер}} \approx 0,12$.

Отже, $P_{\text{затиску}} > \frac{850}{0,12} = 7080$ Н.

Для клинового механізму буде досягатися зусилля: $P_{\text{затиску}} = Q \cdot \frac{1}{\text{tg} \alpha} \cdot \frac{l_2}{l_1} \cdot K$

| | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|-------------------------|------|
| | | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | 62 |

де K - коефіцієнт тертя, що враховує втрати по якості виконання поверхонь; $K = 0,75$;

Q - зусилля, яке здійснює пневмоциліндр;

α - кут нахилу;

$$\text{Отже, } Q = P_{\text{затиску}} \cdot \frac{\tan \alpha}{K} \cdot \frac{l_1}{l_2} = 7080 \cdot \tan 10^\circ \cdot \frac{30}{60 \cdot 0,75} = 832 \text{ Н.}$$

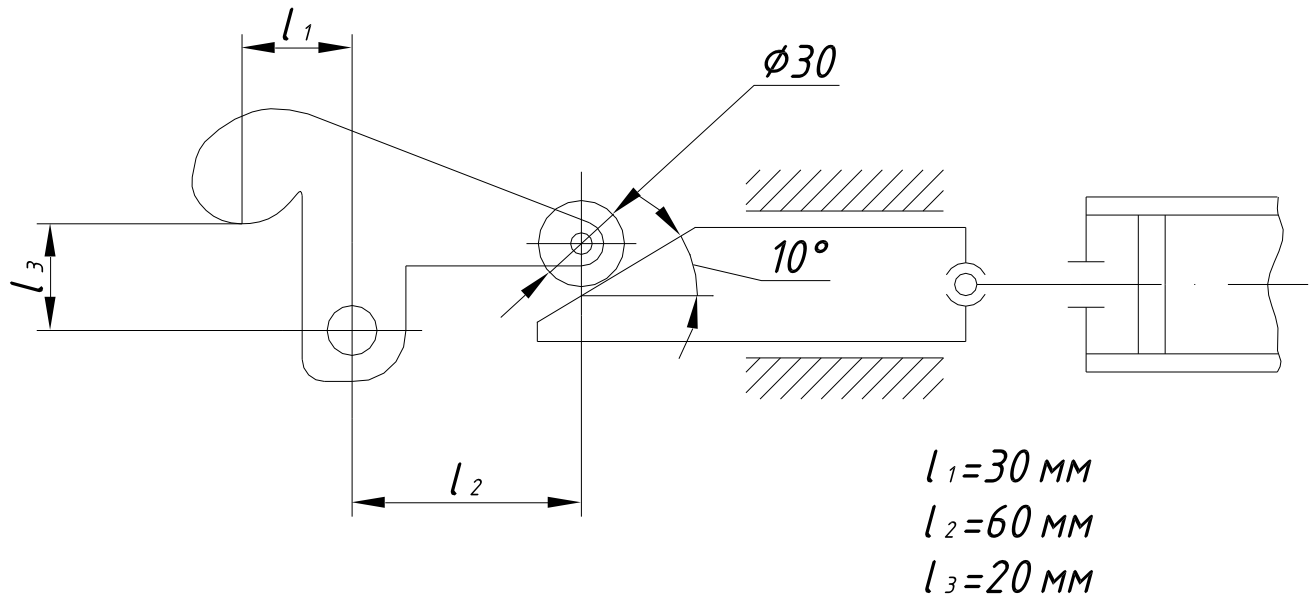


Рисунок 3.2 – Схема для розрахунку зусилля кріплення та параметрів силового приводу

Потрібний діаметр пневмоциліндра розраховуємо за формулою:

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p \cdot \eta, \quad ([7], \text{ ст. 320})$$

де p - тиск стисненого повітря; $p = 4 \text{ кгс/см}^2$;

η - ККД пневмоциліндрів; $\eta = 0,85$.

$$\text{Тоді: } D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot p \cdot \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 83,2}{3,14 \cdot 4 \cdot 0,85}} = 5,8 \text{ см.}$$

Приймаємо нормалізований пневмоциліндр з $D_{\text{цил}} = 75 \text{ мм}$.

| | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|-------------------------|------|
| | | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | 63 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | |

3.1.3. Розрахунки пристрою на точність.

Сумарну похибку при виконанні даної операції будемо вести за формулою:

$$\varepsilon_{\Sigma} = \frac{2}{K} \sqrt{(K_1[\varepsilon_y])^2 + (K_2\varepsilon_{n.d})^2 + (K_3\varepsilon_n)^2 + (K_4\varepsilon_{p.z})^2 + (K_5\varepsilon_{\phi})^2 + (K_6\varepsilon_t)^2}, [23], \text{ ст. 106}$$

де ε_{ϕ} - похибка базування.

Так як упорна установча база являється конструктивною, то $\varepsilon_{\phi} = 0$.

ε_3 - похибка, отримана внаслідок затиску.

Так як сила затиску є сталою величиною і якість базових поверхонь однакова, приймаємо $\varepsilon_3 = 0$.

ε_n - похибка положення. $\varepsilon_n = 10$ мкм, ([7], ст. 19, табл. 2)

ε_y - похибка встановлення.

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\phi}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_n^2} = \sqrt{0^2 + 0^2 + 10^2} = 10 \text{ мкм.}$$

$\varepsilon_{n.d}$ - похибка пружних деформацій. $\varepsilon_{n.d} = 5$ мкм.

ε_n - похибка налагоджування; $\varepsilon_n = 10$ мкм.

$\varepsilon_{p.z}$ - похибка розмірного стирання; $\varepsilon_{p.z} = 5$ мкм.

ε_t - температурна похибка; $\varepsilon_t = 0$ мкм.

$K_1...K_6$ - коефіцієнти, що враховують відповідні закони розподілу похибок.

$$K_1 = K_2 = K_3 = 1; K_4 = K_5 = K_6 = 1,73; K = 1.$$

ε_{ep} - сумарна похибка форми поверхні, що обробляється, викликана геометричною неточністю верстата та деформацією заготовки при її закріпленні; $\varepsilon_{ep} = 0$.

Тоді, сумарна похибка буде дорівнювати:

$$\varepsilon_{\Sigma} = \frac{2}{1} \sqrt{10^2 + 5^2 + 10^2 + (1,73 \cdot 5)^2 + 0^2 + 0^2} = 17,4 \text{ мкм.}$$

Отже, $\varepsilon_{\Sigma} \approx 18$ мкм, що є набагато менше за допуск в 200 мкм на розмір 26,5 мм. Це означає, що сумарна похибка пристрою для виконання даної операції є допустимою.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 64 |

3.1.4. Опис конструкції та роботи пристрою.

Пристрій призначений для механічної обробки поверхонь 1, 2 з витриманням розмірів $55^{+0,12}$ мм та $26,5_{-0,2}$ мм на горизонтально-фрезерному верстаті мод. 6P82Г.

Основними установками елементами пристрою є дві планки поз. 10 і упор поз. 11 (які встановлені на корпусі 1) на які встановлюється базова деталь.

Затиск деталі та орієнтація оброблюємих поверхонь здійснюється з різних боків за допомогою притискачів поз. 9, які шарнірно закріплені в корпусі 5. Зусилля закріплення передається від пневмоциліндра через перехідник 4 на клин поз. 12, який пересувається в циліндричному отворі $\varnothing 25$ корпуса поз. 5. Від провороту клину 12 запобігає гвинт поз. 26.

Для того встановлення і за базування пристрою на столі верстату служить шпонка 17, а для зняття і встановлення – рим-болти поз. 31.

Керування пристроєм здійснюється за допомогою крана розподільного поз. 3 і штуцерів 18, 19, 23, та трійників поз. 20.

Клин 12 має два кути підйому: 10° ; 45° . Менший кут використовується для збільшення зусилля затиску, а кут 45° - для швидкого підйому притискачів.

3.2. Проектування пристрою для свердління

3.2.1. Опис та конструкція пристрою для свердління.

Пристрій призначено для обробки 14 отворів $\varnothing 11^{+0,43}$ мм на вертикально-свердлильному верстаті мод. 2C170C783.

Нижня плита поз. 5 і верхня плита поз. 6 з'єднані між собою за допомогою стійок поз. 3, 4 болтами поз. 36, 37. На нижній плиті встановлені опорні планки поз. 7, на які встановлюється базова деталь.

На проміжній плиті встановлено мембранний привід, який через важіль 8 опорою 14 здійснює затиск деталі.

В якості допоміжних опор використовуються пальці поз. 15.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 65 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Для усунення повздовжнього зсуву і надійного повздовжнього збазування використовується ексцентриковий затискач, який складається з кулачка поз. 29 з поперечним пазом, ручки поз. 35, з'єднаної з кулачком штифтом 47.

Прихват поз. 28 відкидається в неробочому стані кулачка пружиною поз. 26 і повертається на кут в 90° при встановленні або зніманні картера з допомогою рукоятки поз. 35.

Для орієнтації різального інструменту (свердла) використовуються швидкоз'ємні втулки поз. 19, які встановлені на верхній плиті.

3.3. Проектування контрольного пристрою

3.3.1. Вибір схеми конструкції пристрою.

Пристрій призначений для встановлення та орієнтації деталі в просторі, та визначення відхилення від міжцентрової віддалі двох отворів $\varnothing 11 \begin{matrix} + 0,04 \\ + 0,016 \end{matrix}$ мм.

Пристрій повинен забезпечувати необхідну точність вимірювання, бути простим і компактним за своєю конструкцією, забезпечувати швидке встановлення-зняття деталі та її орієнтацію по відношенню до вимірювальних елементів пристрою.

Бажано застосування стандартних індикаторів, що надає змогу значно здешевити виготовлення пристрою.

Технічні вимоги до контрольного пристрою виносимо на креслення пристрою. При виборі конструкції пристрою керуємося критерієм простоти, компактності та забезпеченню точності вимірювання.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 66 |

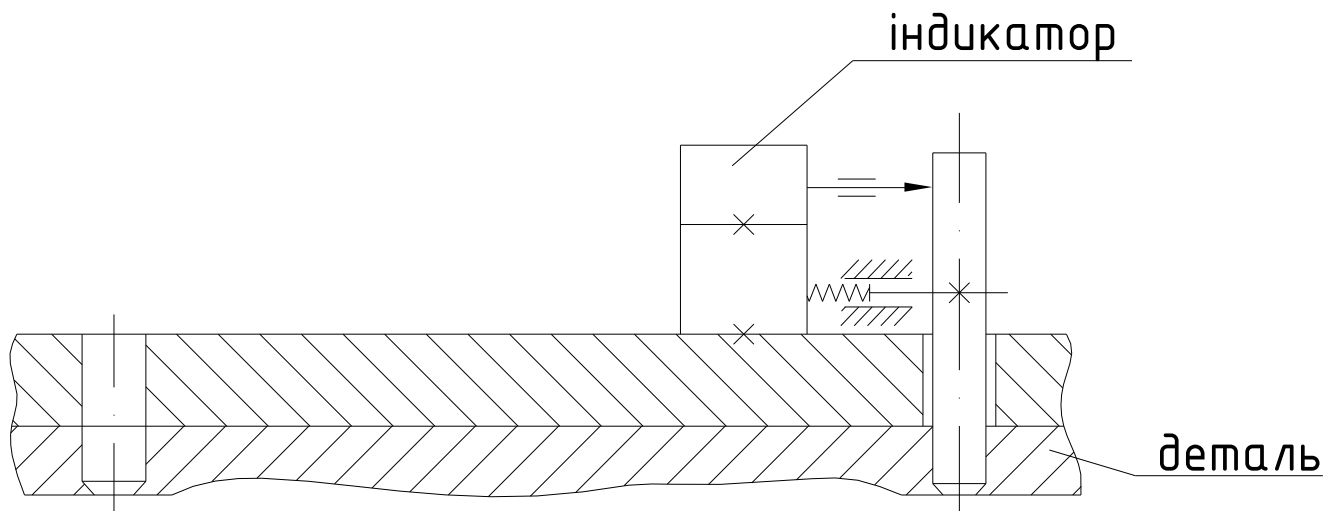


Рисунок 3.3 – Схема пристрою для контролю

3.3.2. Розрахунок контрольного пристрою на точність.

Розглядаючи компоновочну схему контрольного пристрою, бачимо, що похибка вимірювання буде визначатися за формулою ([7], ст. 462):

$$\Delta = \sqrt{(\delta D_1 + \alpha d_1)^2 + (\delta D_1 + \alpha d_1 + 2\Delta_{ин})^2} + \delta_{ем},$$

де δD_1 ; δd_1 - допуски отвору деталі, контрольного пальця відповідно;

$$\delta D_1 = 0,012 \text{ мм};$$

$$\delta d_1 = 0,008 \text{ мм};$$

$\Delta_{ин}$ - похибка вимірювання індикатора для 1ИГ=2мкм;

$\delta_{ем}$ - допуск на міжцентрову віддаль еталону (0,02 мм).

Отже,
$$\Delta = \sqrt{(0,012 + 0,008)^2 + (0,012 + 0,008 + 20,002)^2} + 0,02 = 0,023 \text{ мм},$$

а допуск на перевіряєму деталь $\delta_{дет} = 0,06 \text{ мм}$, що є значно більше за похибку вимірювання пристрою.

3.3.3. Опис конструкції та роботи пристрою.

Пристрій призначений для контролю відхилення міжцентрової віддалі

391±0,03 мм двох отворів $\varnothing 11^{+0,04}_{+0,016}$ мм.

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|-------------------------|------|
| | | | | | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | 67 |

Основним установчим (орієнтуючим) елементом пристрою є установчі пальці, які встановлені строго перпендикулярно в плиту поз. 1. Рухомий палець встановлено також у повзун поз. 11, який пересувається у Т-образному пазі корпусу поз. 10 і підпружинений пружиною поз. 4.

Пристрій встановлюється на еталон поз. 1 і індикатор ИГ-1, який закріплений у корпусі поз. 15. Індикатор виставляється на нульову поділку. Потім еталон поз. 1 забирається і пристрій встановлюється на картер, і проводяться заміри.

Ручки поз. 12 служать для зняття, переносу та встановлення пристрою.

Для зменшення ваги плити поз. 1, плита виконана литвом і має пустотілу коробчасту форму.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 68 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Розробка внутрішньої планіровки цеху з врахуванням вимог безпеки, санітарії і пожежних вимог

Механічний цех для виготовлення деталі “Картер коробки передач” 695Ж2-1701015-В гідромеханічної двоступеневої передачі 22.1700010-11СБ відноситься до підприємств, які мають невеликі ливарні та інші гарячі цехи, і відповідно, цехи, де проводиться обробка металів різанням.

Цех розташовано в одноповерховій будові, так як у цьому виробництві застосовується порівняно важке обладнання.

Побутові приміщення, гардеробна, душева. Туалети, умивальники, кімнати для палячих розташовані в прибудові до виробничого приміщення.

Склад, обладнання і устрій побутового приміщення вибирається в залежності від санітарної характеристики виробничих процесів.

Для безпеки руху робітників під час транспортування вантажів на дільниці, в цеху передбачені окремі входи і виходи, а також в'їзди та виїзди для транспорту. Двері і ворота відчиняються назовні. На випадок пожежі, в цеху обладнаний додатковий евакуаційний вихід.

Ворота мають висоту 3,6 м, ширину 4,2 м для заїзду автомашин і електрокар. Верстати на дільниці розташовані в ряд, по ходу виконання технологічного процесу виготовлення деталі. Віддаль між верстатами по фронту рівна 0,9 м. Ширину проїздів приймаємо 4,5 м, проходів – 1,4 м. Віддаль від бокової сторони верстату до колони складає 0,8 м.

Згідно ГОСТ 12.4.103-83 для робітників-верстатників застосовуємо спецодяг групи М – для захисту від механічних пошкоджень і групи Р – для захисту від ріжучих пошкоджень стружкою.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 69 |

4.2. Санітарно-гігієнічна характеристика умов праці в цеху

Об'єм виробничого приміщення повинен бути таким, щоб на одного працюючого приходилось не менше 15 м³ вільного простору. Необхідна висота виробничого приміщення – не менша 3,2 м.

Канали і отвори в підлозі для стоку або зброду рідини зачиняють з поверхнею підлоги.

Для створення необхідної освітленості у цеху, відношення загальної площі віконних промів приміщення до площі підлоги, повинно складати від 1:6 до 1:9.

У відповідності з ГОСТ 12.1.005-88, роботи у даному механічному цеху, що пов'язані з постійним переміщенням і вимагають певного фізичного напруження, відносяться до категорії середньої важкості ІІа.

Згідно ГОСТ 12.1.1005-88 зводимо характеристики повітря механічних цехів цієї категорії в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1. – Характеристики повітря механічного цеху

| Період року | Категорія роботи | Температура, °С | | | | Відносна вологість, % | | Швидкість руху повітря | | |
|-------------|--------------------|-----------------|-----------|----------|------------|-----------------------|------------|------------------------|----------|----------|
| | | Оптимальна | Допустима | | Оптимальна | Допустима | Оптимальна | Допустима | | |
| | | | Постійна | Перервна | | | | | Постійна | Перервна |
| Холодний | Середньої важкості | 18÷20 | 23 | 24 | 17 | 15 | 40÷60 | 75 | 0,2 | <0,3 |
| Теплий | | 21-23 | 27 | 29 | 18 | 17 | 40÷60 | 65 при 25°С | 0,3 | 0,2÷0,4 |

Система опалення вибрана, як для виробничого приміщення, в якому технологічний процес виготовлення виробу не пов'язаний з виділенням вибухонебезпечних, горючих і отруйних сирозолей і пилюки.

Згідно ГОСТ 12.1.007-76 встановлені, також, максимально-допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони дільниці.

Заходи по оздоровленню повітряного середовища:

- механізація і автоматизація виробничих процесів, дистанційне керування на відстані, на 005 операції застосовуємо подачу заготовок з

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | | 70 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | | | | | |

допомогою тельфера, а перевозку з операції на операцію виконуємо з допомогою візка;

- застосування технологічних процесів і обладнання, які виключають утворення шкідливих речовин чи попадання в робочу зону.

В нашому випадку литво в кокіль замінено на литво під тиском, яке дає зменшене виділення шкідливих речовин у повітря виробничого приміщення.

Освітлення на робочому місці повинно відповідати гарним умовам праці. При проектуванні дільниці передбачаємо природне і штучне освітлення. Нормативи природного освітлення регламентуються СНіП-П-4-79 “Штучне і природне освітлення”. Згідно СНіП-П-4-79 роботи, які будуть виконуватись на дільниці по ступені точності відносяться до IV розряду середньої точності з найменшими розмірами об’єкту до 0,08 мм.

Освітленість на даній дільниці механічної обробки приведено в таблиці 4.2.

На дільниці крім природного освітлення встановлено місцеве освітлення. Світлове забарвлення стелі, стін і обладнання сприяє створенню рівномірного поділу яскравості.

Таблиця 4.2. – Освітленість дільниці механічної обробки деталі

| Характеристика зорової роботи | Найменший розмір обробляємий | Розряд зорової роботи | Віддаль зорової роботи | Характеристика об’єкту | Характеристика фону | Найбільше освітлення, лк | | | | Природне освітлення | | Комбіноване освітлення | |
|-------------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|---------------------|--------------------------|----------|------------------|----------|-------------------------|--------|-------------------------|--------|
| | | | | | | газорозрядні лампи | | ланки розжарення | | КЕО $\frac{III}{t}$, % | | КЕО $\frac{III}{k}$, % | |
| | | | | | | Комбіноване | Загальне | Комбіноване | Загальне | Верхнє | Бокове | Верхнє | Бокове |
| Середня точність | 0,08 | IV | <i>l</i> | Середній | Темний | 2010 | 200 | 1500 | 150 | 10 | 2,6 | 8,0 | 1,7 |

Розряд роботи згідно СНіП-П-4-79 (додаток 2) визначаємо за формулою:

$$\frac{d}{l} = \frac{0,0}{0,7} = 1,14 \cdot 10^{-4},$$

| | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|--|--|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | | | | | 71 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | | | | | | | | |

де d - мінімальний обробляємий розмір;
 l - відстань від об'єкту до очей робітника.

У цеху широко застосовується обладнання, яке створює вібрації, і це негативно впливає на організм людини.

Причиною виникнення вібрацій є виникаючі при роботі машин і агрегатів неврівноважені силові впливи. В одних випадках їх джерелом є обернено-поступові рухомі деталі, в інших випадках – неврівноважені обертові деталі.

Іноді вібрації створюються ударами деталей (зубчасті щеплення коробки передач, підшипникові вузли, з'єднуючі муфти, тощо).

Санітарні норми і правило по обмеженню вібрацій робочих місць (підлоги, основи верстатів, ін.) згідно ГОСТ 12.1.012-90 встановлюють величину рівня у коливальній швидкості в октавних діапазонах з середньо геометричними значеннями 2; 4; 16; 32; 63 Гц і 106, 100, 93 дБ відповідно.

Шум на виробництві наносить велику шкоду, негативно впливаючи на організм людини і знижуючи продуктивність праці.

Втомлення робітників внаслідок дії шуму збільшує кількість помилок при роботі, збільшує і вірогідність отримання травм.

При нормуванні шуму використовують два методи:

- нормування по граничному спектру шуму;
- нормування рівня звуку, дБ.

Таким чином, шум на робочих місцях при тривалості дії більше 4 год. Не повинен перевищувати нормативних рівней, значення яких приведені в таблиці 4.3. згідно ГОСТ 12.1.036-81.

Таблиця 4.3. – Шум. Допустимі рівні на виробничих підприємствах

| Середньо геометричні частоти активних полос, Гц | | | | | | | | Рівень звуку, дБ |
|---|-----|-----|-----|------|------|------|------|------------------|
| 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | 85 |
| 99 | 92 | 86 | 83 | 80 | 78 | 76 | 74 | |

Нормування шуму проводиться по санітарним нормам СН 872-70. Для зниження шуму застосовують наступні основні методи:

| | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|--|--|------|
| | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | | | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | 72 |

- зменшення шуму в джерелі;
- змінення напрямку шуму;
- раціональна планіровка цеху;
- зменшення шуму на шляху його розповсюдження.

Засоби і методи захисту від шуму проводять згідно ГОСТ 12.1.029-80.

4.3. Аналіз конструкції пристосувань металорізальних верстатів по умовах безпеки експлуатації

4.3.1. Обгороджуючі, запобіжні, гальмівні пристрої.

Рухомі частини верстатів та механізмів, які можуть стати причиною травмування працюючих робітників, повинні бути укріті відповідними огороженнями. Огороження повинні мати рукоятки, скоби і інші пристосування для зручного і безпечного утримування при їх установці та зніманні.

Внутрішні поверхні захисних дверець, кришок, огорожень і посадочних місць для них, повинні бути пофарбовані в яскраво-червоний колір, який сигналізує про небезпеку у випадку їх відкриття.

Всі дверцята і з'ємні кришки повинні мати пристрої, які б не допускали їх самовільного відчинення або зміщення під час роботи обладнання. Захисні огороження, які відчиняються на протязі робочого дня (кожухи, дверцята, кришки) повинні бути заблоковані з пуском верстата.

Транспортні пристрої для передачі заготовок з одного робочого місця на інше, обладнані огороженнями, що виключають можливість падіння предметів які транспортуються.

Верстати, при роботі на яких допоміжні операції повинні проводитися при зупинці головного руху (шпинделя) оснащені швидкодіючими гальмівними пристроями.

Огороження та захист виробничого обладнання виконуємо згідно ГОСТ 12.2.062-81.

| | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|-------------------------|------|
| | | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | 73 |

4.3.2. Розробка заходів конструкторського і організаційного плану по боротьбі з шумом і вібраціями.

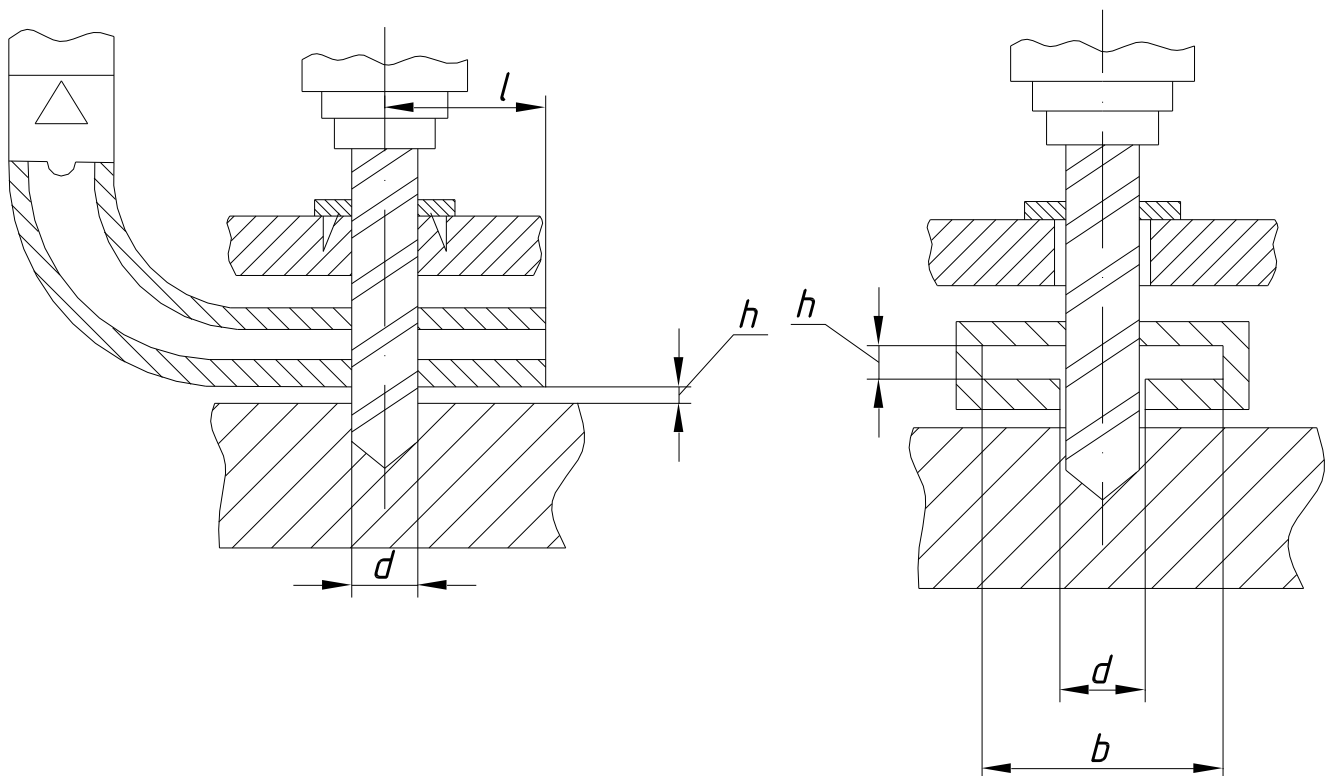


Рисунок 4.1 – Стружкоприймальник для відводу стружки від вертикально-свердильного верстата при обробці глухого отвору

Стружкоприймальник розміщений між кондукторною плитою і заготовкою. Одним кінцем він зв'язаний з кондукторною плитою, а другим з допомогою рухомого рукава з трубопроводом.

Стружка, яка утворюється при свердлінні, повітряним потоком відводиться від зони різання і переміщується по трубопроводу в пневмотранспортну установку.

Віддаль h від поверхні оброблюємої заготовки до нижньої стінки стружкоприймальника вибирають в залежності від діаметру, форми і розміру елементної стружки, кількості стружки, яка знімається в одиницю часу.

Всі геометричні параметри стружкоприймача визначають в залежності від діаметра свердла.

Висоту стружкоприймальника вибираємо мінімальною, так як цей розмір впливає на довжину свердла. Але з умов збереження вільного переміщення

| | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|-------------------------|------|
| | | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | 74 |

стружки, її максимального розміру і запобігання попадання стружки і пилюки на вертикальні стінки, висоту стружкоприймальника слід регламентувати:

$$\text{Для стандартних свердл: } H = (0,6 \div 0,8)d$$

Ширину B стружкоприймальника визначаємо з умови мінімальної втрати пружності на відвід стружки: $B = (3 \div 4,5)d$

Відстань L від осі інструменту до всмоктуючого отвору приймаємо з умов забезпечення рівного повітряного потоку: $L = (8 \div 10)H$

Отвори, вироблені для проходу свердла через стружкоприймальник, повинні бути виконані з мінімальними зазорами.

Так як верхній отвір не являється центруючим елементом, то його виконуємо по співвідношенню: $d_1 = 1,1 \cdot d$

Діаметр нижнього отвору не більше $1,1d_1$ і в ньому виконуємо зенкування під кут 45° для полегшення виходу стружки.

Із збільшенням зазору між оброблюваною заготовкою і стружкоприймачем, ефективність відводу стружки зменшується.

Так, при $h = 0,15 \cdot d$ і $d = 1,3d$, виникає дроблення стружки при свердлінні.

Відомо, що при свердлінні матеріалів звичайними спіральними свердлами утворюється зливна стружка, яка намотується на свердло.

Один із засобів дроблення стружки (який застосовується в нашому випадку) це – застосування свердл із ступінчатою канавкою. В процесі свердління стружка, що утворюється по всій зовнішній ріжучій кромці, направляєється до середини свердла, дроблячись у ви фрезерованому виступі для завивання і дроблення стружки збільшують діаметр серцевини свердла. Так як для базової деталі застосовуємо матеріал АК9Т (що є досить кригким), то навіть при малих подачах відбувається дроблення стружки.

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 75 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |

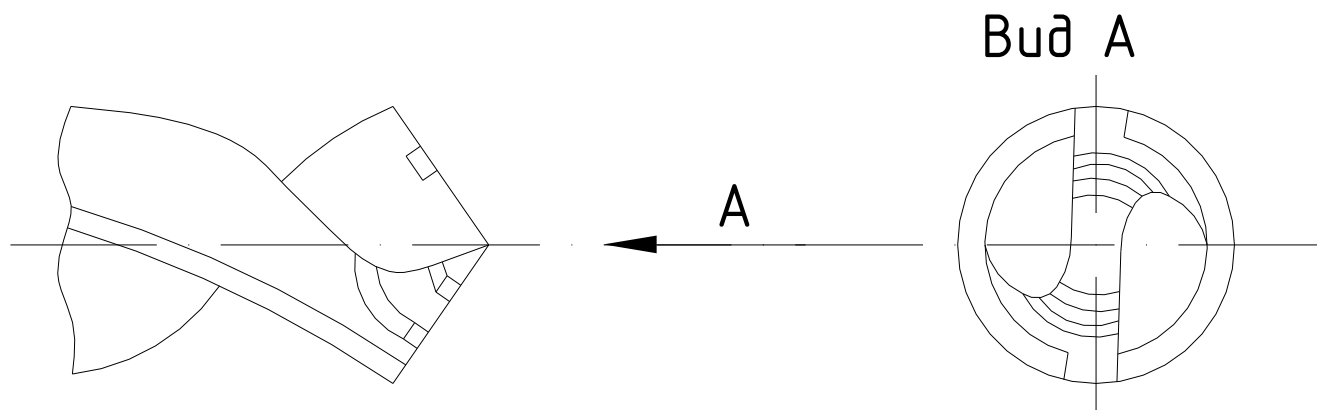


Рисунок 4.2 – Свердло із ступінчастою канавкою

4.3.3. Механізація і автоматизація виконуваних робіт.

На дільниці механічного оброблення картера ГМП-2, завантаження на верстат і розвантаження базової деталі з верстату, здійснюється за рахунок шарнірно-збалансованого маніпулятора.

Транспортування з операції на операцію, і на склад готової виготовленої продукції, здійснюється за допомогою електрокар.

Процес видалення стружки із зони різання автоматизовано.

Впроваджено вібростабілізацію корпусних деталей на заміну старінню в печах та хонінгування точних деталей замість ручної притирки.

Впроваджено обробку на верстатах карусельного типу з одночасною обробкою декількох деталей.

Також, впроваджено універсально-складальні пристрої і універсально-складальні механізовані пристрої.

4.3.4. Характеристика транспортних і завантажувально-розвантажувальних засобів.

У відповідності з вантажооборотністю і відомістю вантажопотоків в корпус заводу поступають:

- зі складу металу: металеві форми, ливарні форми, поковки, штамповки;
- зі складу метало-зварювального цеху: інструменти і пристрої;

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 76 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | | | | |

- з ремонтно-механічного цеху: обладнання з ремонту та нестандартне обладнання;
- з цехів заводу: стружку на ділянку переробки;
- із деревообробного цеху: щити, для упакування готові продукції;
- зі складу вогнебезпечних матеріалів: лаки, фарби, тощо;
- зі складу комплектуючих виробів: комплектуючі вироби, нормалі.

Перевезення вантажів у корпуси здійснюється електрокарами ЕП 011 болгарського виробництва та іншими транспортними засобами, що існують на заводі. Зі складу комплектуючих, постачання виробів у складальний цех здійснюється електроштабелерами ЕШП-15-0,5-7,8 В/П 0,5Т.

Для встановлення базових і корпусних деталей на робочі місця використовують крани консольні, поворотні крани та тельфери.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 77 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

В даній кваліфікаційній роботі було розроблено технологічний процес виготовлення картера коробки передач 22.1700010-11СК гідромеханічної передачі ГМП-2.

Застосування як заготовки такої, що отримана методом лиття під тиском, підвищило якість вилівка (шорсткість поверхні Ra 1,6...Ra 12,3), дало можливість виливання тонших стінок картера, зменшило відходи.

В технологічному процесі застосовані агрегатні верстати, верстати з ЧПК, що надає можливість підвищити якість деталі. Застосування пристосувань полегшує працю виробничих робітників та підносить якість виробничої продукції.

Впровадження даного технологічного процесу забезпечує достатньо-ефективний економічний ефект.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 78 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Технологічна оснастка: навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» / Укл. В. С. Медведєв, В. І. Тулупов, С. Г. Онищук – Краматорськ : ДДМА, 2021. – 108 с.
2. Кушніров, П. В. Технологічна оснастка [Електронний ресурс] : навч. посіб. / П. В. Кушніров, А. В. Євтухов, І. М. Дегтярьов. — Суми : СумДУ, 2020. — 140 с.
3. Технологічна оснастка: навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» / Укл. В. С. Медведєв, В. І. Тулупов, С. Г. Онищук – Краматорськ : ДДМА, 2021. – 108 с.
4. В.Д.Рудь, Т.Є.Божко, Т.Н.Гальчук. Методологія підготовки випускної роботи за спеціальністю 131 – Прикладна механіка (освітній рівень – бакалавр) / Навчальний посібник/ Під загальною редакцією професора В.Д.Рудя – Луцьк: Інформаційно-видавничий відділ Луцького НТУ. – 2017. – 500 с.
5. Joaquim Augusto Guerra Hamuyela, Kuznetsov Yu.N., Hamuyela T.O. Sintese Genetico-Morfologica de Porta-Mandris de Fixacao. Lushik: Veja-Imprensa, 2019. – 320 p.
6. Кузнєцов Ю. М., Придальний Б. І. Приводи затискних механізмів металообробних верстатів. –Луцьк: Вежа-Друк, 2016. – 358 с.
7. Кузнєцов Ю. М., Придальний Б. І. Проектування цільових механізмів маніпулювання верстатів нового покоління; 2-е видання– Луцьк: Вежа-Друк, 2014. — 428 с.
8. Joaquim Augusto Guerra Hamuyela, Kuznetsov Yu.N., Hamuyela T.O. Sintese Genetico-Morfologica de Porta-Mandris de Fixacao. Lushik: Veja-Imprensa, 2019. – 320 p.
9. Розробка технологічного процесу на прикладі виготовлення ступінчастого вала редуктора: Навчально-методичний посібник для виконання конструкторсько-технологічних розділів дипломного проекту бакалавра студентами спеціальності «Прикладна механіка» (спеціалізація «Інтегровані технології

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 79 |

машинобудування») денної, заочної та дистанційної форм навчання / І.М. Пижов. – Х.: НТУ «ХП», 2018. – 91 с.

10. Технологічна оснастка: навчальний посібник / О. В. Петров, С. І. Сухоруков. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 123 с.
11. Петров О. В. Комп'ютерне проектування технологічного оснащення. Курсове проектування : навчальний посібник / О. В. Петров, С. І. Сухоруков. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 125 с.
12. ДСТУ 3.1107 – 81. Опори, затискні та установочні пристрої.
13. Технологічна оснастка. Курс лекцій. Дичковський М.Г. Навчальний посібник - К.: Кондор, 2008. - 328с.
14. Черпаков Б. І. Технологічна оснастка: Підручник для установ серед. проф. освіти. – М.: Видавничий центр “Академія”, 2003. – 288 с.
15. Сапон С. П. Технологічні основи машинобудування. [Методичні рекомендації до виконання розрахунково-графічної роботи для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня зі спеціальності 131 – Прикладна механіка всіх форм навчання.] / С.П. Сапон. – Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2023. – 48 с.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 80 |

ДОДАТКИ

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | 007Б-25.00.00.00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 81 |