

Центральноукраїнський національний технічний університет
Центр заочної та дистанційної освіти
Кафедра «Машинобудування, мехатроніки і робототехніки»

«Допущено до захисту»
Завідувач кафедри ММіР
к.т.н., доцент
_____ Андрій ГРЕЧКА
« ____ » _____ 20 ____ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему:

**Конструкторсько-технологічна підготовка
виготовлення деталі «Кронштейн СОУ00.204»**

**Design and technological preparation for the
manufacture of the "SOU00.204 Bracket" part**

Виконав здобувач вищої освіти
4 курсу групи ПМ(ТМ)-20ПЗ
ОПП «Прикладна механіка»
спеціальності 131 «Прикладна механіка»

_____ Дмитро ВАЛЬОК

Керівник роботи к.т.н., доцент

_____ Віталій МАЖАРА

Рецензент к.т.н., доцент

_____ Руслан ОСІН

Центральноукраїнський національний технічний університет

| | |
|------------------------------|--|
| Структурний підрозділ | Центр заочної та дистанційної освіти |
| Кафедра | Машинобудування, мехатроніки і робототехніки |
| Рівень вищої освіти | Перший (бакалаврський) |
| Спеціальність | 131 Прикладна механіка |
| Освітньо-професійна програма | Прикладна механіка |

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Андрій ГРЕЧКА
“ ” 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ
ОСВІТИ

Вальок Дмитро Васильович

1. Тема роботи: Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталі «Кронштейн СОУ00.204»
Design and technological preparation for the manufacture of the "SOU00.204 Bracket" part
керівник роботи: к.т.н., доц. Мажара Віталій Анатолійович

затверджені наказом ЦНТУ від “01” квітня 2024 року № 130-02

2. Строк подання роботи _____

3. Вихідні дані до роботи

3.1. Креслення деталі Кронштейн СОУ00.204

3.2. Технічні вимоги на виготовлення деталі

3.3. Річна програма випуску сівалок

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

1 Загальна частина

2 Технологічна частина

3 Конструкторська частина

5. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломного проекту | Строк виконання етапів проекту | Примітка |
|-------|---------------------------------|--------------------------------|----------|
| 1 | Загальна частина | 16.04.2024р. | |
| 2 | Технологічна частина | 30.04.2024р. | |
| 3 | Конструкторська частина | 18.05.2024р. | |
| 4 | Розробка графічного матеріалу | 05.06.2024р. | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Здобувач вищої освіти _____ Дмитро ВАЛЬОК

Керівник роботи _____ Віталій МАЖАРА

Анотація

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи на тему «Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення деталі «Кронштейн СОУ00.204»» складається з 52 аркушів формату А4, у яких наведено розроблений технологічний процес обробки деталі кронштейн (з ескізами переходів обробки), технічні характеристики використаного обладнання, ріжучого та вимірювального інструменту. При написанні роботи використано 10 літературних джерел. Графічна частина складається з 4 аркушів А1: Кронштейн (вилівок); Схема механічної обробки; Пристрій затискний (складальне креслення); Пристрій контрольний (складальне креслення).

Перший розділ містить аналіз службового призначення деталі, аналіз точності та технологічності та визначення типу виробництва.

Другий розділ складається з технологічної частини в якій представлено розроблений технологічний процес виготовлення деталі, у тому числі, обґрунтування вибору схем базування, методу отримання заготовки, вибору обладнання та інструменту та інші питання.

Третій розділ – конструкторський, в якому представлені розроблення і розрахунок конструкції затискного та контрольного пристроїв.

Ключові слова: маршрут виготовлення, верстати з ЧПК, технологічний процес, затискний пристрій.

Abstract

The explanatory note of the qualification work on the topic "Design and technological preparation for the manufacture of the "SOU00.204 Bracket" part" consists of 52 sheets of A4 format, which contain the developed technological process of processing the bracket part (with sketches of processing transitions), technical characteristics of the used equipment, cutting and measuring instrument. When writing the work, 10 literary sources were used. The graphic part consists of 4 A1 sheets: Bracket (casting); Scheme of mechanical processing; Clamping device (folding drawing); Control device (assemble drawing).

The first section contains an analysis of the service purpose of the part, an analysis of accuracy and manufacturability, and a determination of the type of production.

The second section consists of the technological part, which presents the developed technological process of manufacturing the part, including the justification of the choice of basing schemes, the method of obtaining the workpiece, the choice of equipment and tools, and other issues.

The third section is the design section, which presents the development and calculation of the design of the clamping and control devices.

Keywords: manufacturing route, CNC machines, technological process, clamping device.

Центральноукраїнський національний технічний університет
Центр заочної та дистанційної освіти
Кафедра «Машинобудування, мехатроніки і робототехніки»

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи на тему:

**Конструкторсько-технологічна підготовка виготовлення
деталі «Кронштейн СОУ00.204»**

КРБ.ПМ.24.16.000.00.00.00 ПЗ

Виконав здобувач вищої освіти
4 курсу групи ПМ(ТМ)-20ПЗ
ОПП «Прикладна механіка»
спеціальності 131 «Прикладна механіка»
_____ Дмитро ВАЛЬОК

Керівник роботи к.т.н., доцент
_____ Віталій МАЖАРА

Зміст

| | |
|---|----|
| Вступ | 9 |
| | |
| 1 Загальна частина | |
| 1.1 Службове призначення деталі в складальній одиниці | 10 |
| 1.2 Аналіз технологічності деталі та технічні умови на її виготовлення | 11 |
| 1.3 Визначення типу виробництва | 14 |
| | |
| 2 Технологічна частина | |
| 2.1 Аналіз базового технологічного процесу | 16 |
| 2.2 Вибір заготовки та способу її виготовлення | 17 |
| 2.3 Вибір методів обробки поверхонь деталі | 18 |
| 2.4 Розробка маршруту виготовлення деталі | 22 |
| 2.5 Розробка структури та змісту технологічних операцій, вибір обладнання для їх здійснення | 24 |
| 2.6 Вибір верстатних пристосувань, ріжучих і мірительних інструментів | 30 |
| 2.7 Визначення припусків та операційних розмірів | 34 |
| 2.8 Визначення режимів різання | 38 |
| 2.9 Технічне нормування операцій | 45 |
| | |
| 3 Конструкторська частина | |
| 3.1 Розрахунок та розробка конструкції затискного пристрою | 47 |
| 3.2 Розробка конструкції контрольно-вимірювального пристрою | 51 |
| | |
| Література | 52 |

Вступ

В усіх галузях народного господарства необхідно наполегливо проводити політику на більш швидке технічне переозброєння виробництва, створення і випуск машин та обладнання, які поліпшують умови праці робітників, підвищують продуктивність та будуть економічними по відношенню до матеріальних ресурсів.

До сучасних видів машин, які широко застосовуються у всіх галузях виробництва, відносяться і гідравлічні машини різного призначення. Застосування гідравлічних машин дозволяє розширити технологічні можливості обладнання, зменшити масу агрегатів та поліпшити умови праці робітників. Найбільший ефект гідравлічні машини дають в агрегатах, що працюють в сільськогосподарській техніці.

Деталь, яка визначає тему даної кваліфікаційної роботи, входять в конструкцію сівалки СО-4,2, яка виготовляється на Кропивницькому підприємстві “Ельворті”.

В кваліфікаційній роботі передбачається розробка технологічного процесу механічної обробки деталі кронштейн з використанням верстатів з ЧПК, з метою підвищення продуктивності виготовлення даної деталі.

1 Загальна частина

1.1 Службове призначення деталі в складальній одиниці

Деталі кронштейн СОУ 00.204 входить до складу сівалки СО-4.2. Сівалка овочева призначена для рядового висіву насіння, кормового та цукрового буряка, кукурудзи і т.д на рівних поверхнях з одночасним внесенням мінеральних добрив. Сівалка забезпечує високу маневреність, універсальність, продуктивність, широкий діапазон норм висіву.

Кожний сім'янотуковисіваючий ящик має два відділення: переднє для мінеральних добрив і заднє – для насіння.

До передніх стінок ящиків закріплені туковисіваючі апарати: на лівому ящику – 6 апаратів, на правому – 5. До дна кожного ящика закріплено 10 насіннявисіваючих апаратів. Для подачі туків і насіння до висіваючих апаратів в відділеннях ящиків на валах встановлені шнеки.

В насінневому відділенні ящиків під приймальними вікнами апаратів на валу з шнеками за допомогою шплінтів встановлено і закріплено ворошилки для руйнування сводів при висіву малсипучого насіння овочевих культур.

На боковинах ящиків встановлюються зірочки і зубчаті колеса, що передають крутні моменти на інші зубчаті колеса з валу сім'явисіваючих апаратів на вал ворошилок насінневого відділення ящиків. На кронштейні СОУ00.204 кріпляться вісі з зубчатими колесами.

1.2 Аналіз технологічності деталі і технічні умови на її виготовлення

1.2.1 Аналіз матеріалу деталі

Деталь кронштейн СОУ 00.204 виготовляється з ковкого чавуна КЧ-33-8-ф.

Данні про хімічний склад та механічні властивості матеріалу заносимо до таблиць 1 та 2.

Таблиця 1 – Хімічний склад матеріалу

| Матеріал заготовки | C, % | Si, % | Mn, % | S, % | P, % |
|--------------------|---------|---------|---------|------|------|
| КЧ33-8-ф | 2,6-2,9 | 1,0-1,6 | 0,4-0,6 | 0,2 | 0,18 |

Таблиця 2 – Механічні властивості матеріалу

| Матеріал заготовки | σ_B , МПа | δ , % | НВ $\cdot 10^{-1}$, Мпа |
|--------------------|------------------|--------------|--------------------------|
| КЧ33-8-ф | 323 | 8 | 100-163 |

1.2.2 Аналіз точності деталі

Деталь кронштейн СОУ 00.204 – виготовляється з ковкого чавуну КЧ 33-8-ф. По своєму службовому призначенню кронштейн не має поверхонь, що обробляються з високими вимогами по точності. Найбільшу точність мають чотири отвори $\varnothing 20B12^{(+0,37}_{+0,16)}$. Саме до цих отворів пред'являємо вимогу до взаємного розміщення поверхонь, а саме співвісність отворів відносно навпротилежащих $\equiv 0,37 A$. На інші поверхні деталь вимог не має.

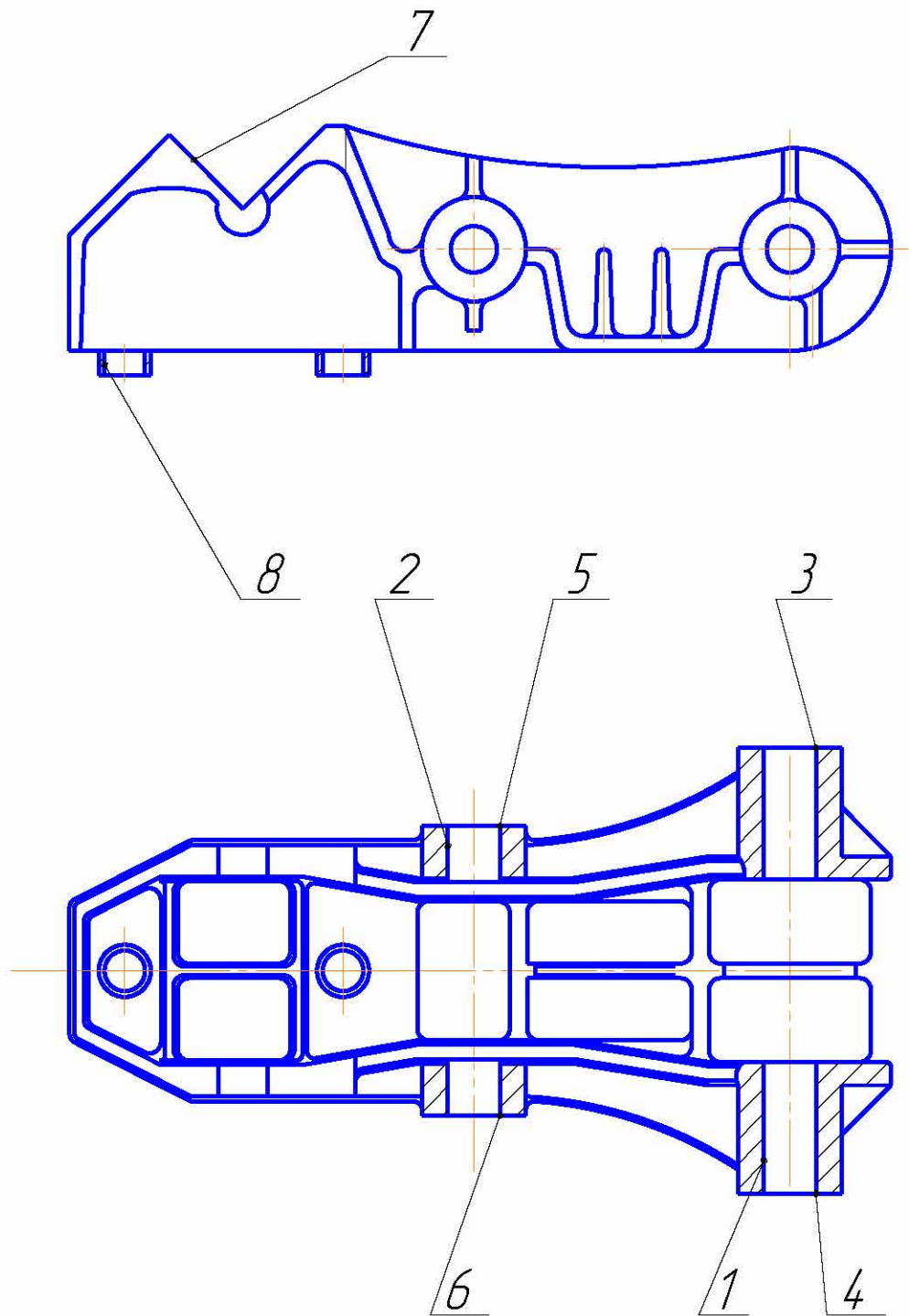


Рисунок 1 – Поверхні, що обробляються в деталі кронштейн СОУ00.204

Допуски на усі інші поверхні не перевищують 13 – 14 квалітетів точності.

Деталь кронштейн не має важкодоступних ділянок для механічної обробки. Вона є досить жорсткою, що дозволяє вести обробку високопродуктивними методами. Усі отвори, що обробляються в кронштейні

обробляються стандартними ріжучими інструментами, з безпроблемним відводом стружки.

З точки зору механічної обробки деталей не має технологічних ділянок і є цілком технологічною. Усі складові поверхні отримуються литвом.

З проведеного аналізу креслення деталі можна зробити висновок, що постановка розмірів на кресленні виконана вірно, технологічних вимог задано достатньо, класи точності, шорсткість та допуски обумовлені службовим призначенням деталі та позначенні на кресленні технологічно досягаємі.

Вимоги до взаємного розміщення поверхонь знаходяться в межах, що встановлені квалітетами. Задані на кресленні деталі розміри можна виміряти за допомогою стандартного вимірювального інструменту.

З метою стандартизації параметрів точності оброблюваних поверхонь, зводимо їх до таблиці 3.

Таблиця 3 – Параметри точності деталі кронштейн

| № | Найменування поверхні | Розміри з відхиленням | Квалітет | Точність відносних поворотів | R _a |
|-----|-----------------------|--|----------|------------------------------|----------------|
| 1 | Внутрішня циліндрична | Ø20 (+0,37 +0,16) | B12 | | 6,3 |
| 2 | Внутрішня циліндрична | Ø20 (+0,37 +0,16) | B12 | | 6,3 |
| 3,4 | Торці | 148±0,8 | - | | 12,5 |
| 5,6 | Торці | 98±0,7 | - | | 12,5 |
| 7 | Прямокутний виріз | 90°±30' 80±1,5 | - - | | 12,5 |
| 8 | Внутрішня циліндрична | 15±0,9 Ø17 ^{+0,43} 74±0,5 | H14 - | | 12,5 |

1.3 Визначення типу виробництва

Тип виробництва проектуемого цеха у відповідності з ГОСТ3.110-74 вибирається по коефіцієнту закріплення операції K_{30} , який визначається з формули

$$K_{30}=O/P,$$

де: O – кількість різних операцій, що виконуються по базовому технологічному процесу на дільниці протягом прийнятого календарного терміну;

P – кількість робочих місць, що забезпечують (за трудомісткістю) виконання операцій базового технологічного процесу при заданій програмі випуску деталей.

Тип виробництва визначаємо у відповідності з ГОСТ 3.1108-74 за методикою [2].

Використовуючи дані базових технологічних процесів на розробляемі деталі, тип виробництва розраховуємо за допомогою комп'ютера, що значно скорочує об'єм і час розрахунку. Результати визначення типу виробництва приведені нижче.

Як показали розрахунки, тип виробництва дрібносерійний. Серійне виробництво характеризується виготовленням обмеженої номенклатури виробів партіями (серіями), які повторюються через певний проміжок часу, і широкою спеціалізацією робочих місць. При дрібносерійному виробництві можлива часткова спеціалізація обладнання і використання верстатів, які мають можливість швидкого переналагодження. Разом з цим широко застосовуються верстати з ЧПК. При дрібносерійному виробництві доцільно використовувати предметну форму організації. Верстати розташовуються в послідовності виконання технологічних операцій, а деталі оброблюються партіями.

Розрахунок типу виробництва

Кронштейн

Вихідні дані
Програма випуску 4000

| Номер операції | Дійсний річний фонд часу роботи обладнання | Штучний час |
|----------------|--|-------------|
| 5 | 3890 | 2.8500 |
| 10 | 3890 | 2.8500 |
| 15 | 3890 | 2.2600 |
| 20 | 3890 | 1.4200 |

Результати розрахунку

| Номер операції | Розрахункова кількість верстатів | Прийнята кількість верстатів | Кількість операцій на даному верстаті |
|----------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| 5 | 0.0611 | 1 | 13.10 |
| 10 | 0.0611 | 1 | 13.10 |
| 15 | 0.0484 | 1 | 16.52 |
| 20 | 0.0304 | 1 | 26.30 |

коєфіцієнт закріплення операцій 17.2572

Тип виробництва – середньосерійний

2 Технологічна частина

2.1 Аналіз базового технологічного процесу

Технологічний процес механічної обробки кронштейна СОУ00.204 складається з 9 основних операцій.

005 Вертикально-свердлильна

Верстат вертикально-свердлильний 2Н135

Зенкерується та розгортається отвір $\varnothing 20B12$.

010 Вертикально-свердлильна

Верстат вертикально-свердлильний 2Н135

Зенкерується та розгортається отвір $\varnothing 20B12$.

015 Вертикально-свердлильна

Верстат вертикально-свердлильний 2Н135

Підрізається торець бонки.

020 Вертикально-свердлильна

Верстат вертикально-свердлильний 2Н135

Підрізається торець бонки з іншого боку.

025 Вертикально-свердлильна

Верстат вертикально-свердлильний 2Н135

Підрізається торець бонки.

030 Вертикально-свердлильна

Верстат вертикально-свердлильний 2Н135

Підрізається торець бонки з іншого боку.

035 Вертикально-свердлильна

Верстат вертикально-свердлильний 2Н135

Зенкуються фаски в чотирьох отворах.

040 Вертикально-фрезерна

Верстат вертикально-фрезерний 6P12

Фрезерується прямокутний паз.

045 Вертикально-свердлильна

Верстат вертикально-свердлильний 2Н135

Зенкеруються почергово два отвори $\varnothing 17$ Н14.

Позитивною ознакою діючого технологічного процесу є те, що встановлена послідовність технологічних операцій дозволяє отримати точність та якість поверхонь що задані кресленням деталі. Характерним для даного технологічного процесу є досить висока ступінь диференціації операцій технологічного процесу (використання універсального обладнання).

Заготовкою для кронштейна слугує відливка, що відповідає даному типу виробництва. Вибір чорнових та чистових баз виконано вірно.

Негативним фактором в діючому технологічному процесі є те, що в ньому застосовуються лише універсальні верстати, що мають значно нижчу продуктивність порівняно з верстатами з числовим програмним керуванням. Ці верстати є досить швидко переналагоджуються на продукцію іншої номенклатури, і відповідають даному типу виробництва.

При проектування нового технологічного процесу, планується використати свердлильні верстати з ЧПК. Використання даних верстатів обумовлене конструкцією деталі і типом виробництва.

2.2 Вибір способу отримання заготовки

У відповідності з умовами експлуатації кронштейна СОУ 00.204 та його службовим призначенням, для його виготовлення прийнято ковкий чавун феритного типу КЧ33-8-ф ГОСТ 1412-85.

На підставі аналізу методів виготовлення заготовок для деталей аналогічних конструкційних форм приймаємо в якості заготовки відливку в земляні форми з машинною формовкою.

Машинна формовка дозволяє збільшити продуктивність ливарного процесу та якість відливок. Застосування стержнів при виготовленні відливки дозволяє формувати внутрішні порожнини виливка.

Відливання в земляні форми при машинному формуванні має високий коефіцієнт використання металу, бо заготовки, по формі, максимально наближені до деталі.

Креслення заготовки кронштейну винесено в графічну частину кваліфікаційної роботи.

2.3 Побудова маршрутів обробки окремих поверхонь деталі

Вирішення питань розробки технологічного процесу потребує виконання ряду обґрунтовувань. Одним з найважливіших питань, є вибір методів обробки окремих поверхонь деталі. Такий пошук виконується з урахуванням необхідних точносних характеристик оброблювальних деталей, вибраного методу отримання заготовки, та використання рекомендованих маршрутів обробки типових деталей та їх поверхонь. При цьому враховується сучасний стан металообробки, включаючи існуючі верстати, інструменти та пристрої.

Вирішення поставленої задачі виконується в наступній послідовності.

Розраховують по кожній оброблюваній поверхні величину необхідного загального уточнення:

$$\varepsilon_s = \frac{\delta_s}{\delta_d};$$

де $\delta_s; \delta_d$ - відносно допуск на розмір заготовки та деталі по заданій

поверхні;

Вибирають маршрут обробки поверхні з визначенням уточнення по кожному переходу:

$$E_i = \delta_{i-1} / \delta_i;$$

де δ_{i-1} , δ_i відповідно допуск на розмір поверхні для попереднього та послідуєчих переходів.

Визначають загальне дійсне уточнення розміру поверхні:

$$E_d = E_1 \cdot E_2 \cdot E_3 \cdot E_4 \dots \cdot E_M;$$

де: M – число переходів обробки поверхні деталі.

Виконується перевірка доцільності вибору того чи іншого маршруту обробки:

$$E_d \geq E_z;$$

Перевагу віддаємо тому варіанту, який при відповідності нерівності, ближче відповідає рівності:

$$E_d = E_z.$$

В якості прикладу наведемо вибір маршруту обробки найбільш точної поверхні $\varnothing 25H11(+0,13)$.

Розраховуємо загальне уточнення:

$$\varepsilon_{заг} = \frac{\delta_z}{\delta_d} = \frac{0,8}{0,21} = 3,81,$$

де δ_z – допуск на розмір заготовки по поверхні, що аналізується;

δ_d – допуск на розмір по даній поверхні, по кресленню.

Перший маршрут:

- зенкерування одноразове – H13 – $R_a = 12,5$

- розгортання одноразове – H12 – $R_a = 6,3$

Другий маршрут:

- розсвердлювання - H14 – $R_a = 12,5$

- зенкерування одноразове – H13 – $R_a = 6,3$

розгортання одноразове – H12 – $R_a = 6,3$

Вибираємо уточнення по кожному проміжному методу обробки із таблиць економічної точності [3, ст. 8-9] вибираємо допуски на обробку і розраховуємо частинні уточнення

$$\varepsilon_1 = \frac{0,8}{0,43} = 1.86;$$

$$\varepsilon_2 = \frac{0,43}{0,21} = 2.05;$$

Частинне уточнення для другого маршруту обробки:

$$\varepsilon_1 = \frac{0,8}{0,52} = 1.54;$$

$$\varepsilon_2 = \frac{0,52}{0,43} = 1,21;$$

$$\varepsilon_3 = \frac{0,43}{0,21} = 2.05;$$

Достатність і економічну доцільність вибору маршруту обробки перевіряємо за умовою фактичного уточнення:

$$\varepsilon_{\text{заг}} \leq \varepsilon_{\phi} = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \varepsilon_3;$$

1 маршрут

$$\varepsilon_{\phi} = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 = 1,86 \cdot 2,05 = 3,81 = \varepsilon_{\text{заг}} = 3,81 - \text{умова виконується.}$$

2 маршрут

$$\varepsilon_{\phi} = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \varepsilon_3 = 1,54 \cdot 1,21 \cdot 2,05 = 3,82 > \varepsilon_{\text{заг}} = 3,81 - \text{умова}$$

виконується.

Таким чином більш прийнятним є маршрут по першому варіанту, бо він містить меншу кількість переходів і E_d^1 більш наближено до E_3 .

Вибір маршрутів обробки інших поверхонь наведені в таблиці 4.

Номери поверхонь наведені на рисунку 1.

Таблиця 4 – Зведена таблиця технологічних маршрутів обробки
поверхонь деталі кронштейн СОУ 00.204

| № пов | Допуск на поверхню $\delta_{\text{д}}$ мм | Допуск на заготовку $\delta_{\text{з}}$ мм | Загальне уточнення, $E_{\text{з}}$ | Шорсткість поверхні, мкм | Можливі варіанти маршрутів обробки | | Допуск на методи обробки | Уточнення по кожному переходу |
|----------|--|---|------------------------------------|-----------------------------|--|-------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| | | | | | № | Зміст маршруту | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 0,21 | 0,8 | 3,8 | 6,3 | 1 | Зенкерування одноразове | 0,43 | 1,86 |
| | | | | | | Розгортання | 0,21 | 2,05 |
| | | | | | 2 | Розточування | 0,52 | 1,54 |
| | | | | | | Зенкерування одноразове | 0,43 | 1,21 |
| 2 | 0,21 | 0,8 | 3,8 | 6,3 | 1 | Зенкерування одноразове | 0,43 | 1,86 |
| | | | | | | Розгортання | 0,21 | 2,05 |
| | | | | | 2 | Розточування | 0,52 | 1,54 |
| | | | | | | Зенкерування одноразове | 0,43 | 1,21 |
| 3 | 1,6 | 1,2 | 0,75 | 12,5 | 1 | Зенкерування одноразове | 0,8 | 1,5 |
| 4 | 1,6 | 1,2 | 0,75 | 12,5 | 1 | Зенкерування одноразове | 0,8 | 1,5 |
| 5 | 1,4 | 1,2 | 0,86 | 12,5 | 1 | Зенкерування одноразове | 0,8 | 1,5 |
| 6 | 1,4 | 1,2 | 0,86 | 12,5 | 1 | Зенкерування одноразове | 0,8 | 1,5 |
| 7 | 1,8 | 2 | 1,11 | 12,5 | 1 | Фрезерування одноразове | 0,9 | 2,22 |
| 8 | 0,43 | - | - | 12,5 | 1 | Зенкерування одноразове | 0,43 | - |

2.4 Розробка маршруту виготовлення деталі

При розробці маршруту обробки кронштейна СОУ 00.204, керуємося типовими та діючими технологічними процесами виготовлення даної деталі та спільними рекомендаціями по розробці технологічних процесів.

При розробці першої вибираємо таку схему базування, яка б забезпечила знімання рівномірного припуску з поверхонь деталі. Від підготовки на першій операції технологічної бази плануємо обробку інших поверхонь. В останню чергу повинні оброблятися найбільш точні поверхні та ті, що легко псується.

При проектуванні маршруту обробки необхідно прагнути до скорочення кількості перестановок деталі з верстата на верстат, та скорочення відстані транспортування деталей.

Технічний контроль в технологічному процесі передбачається в кінці технологічного процесу. На операціях технічний контроль здійснюється робітниками-верстатниками вибірково.

Розробимо маршрут обробки деталі, враховуючи усі пропозиції.

Маршрут обробки кронштейна СОУ 00.204:

005 Вертикально-свердлильна з ЧПК

Верстат вертикально – свердлильний з ЧПК 2P135Ф2

1. Встановити, зняти деталь.
2. Зенкерувати два отвори $\varnothing 19H13$.
3. Розгорнути два отвори $\varnothing 20B12$.
4. Підрізати торці двох бонок.
5. Зенкувати фаски в отворах.

010 Вертикально-свердлильна з ЧПК

Верстат вертикально – свердлильний з ЧПК 2P135Ф2

1. Встановити, зняти деталь.
2. Зенкерувати два отвори $\varnothing 19H13$.
3. Розгорнути два отвори $\varnothing 20B12$.
4. Підрізати торці двох бонок.
5. Зенкувати фаски в отворах.

015 Вертикально-фрезерна

Верстат вертикально-фрезерний 6P12

1. Встановити, зняти деталь.
2. Фрезерувати прямокутний паз.

020 Слюсарна

Верстак

Спиляти заусенці.

025 Вертикально-свердлильна

Верстат вертикально-свердлильний 2H135

1. Встановити, зняти деталь.
2. Зенкеруються по чергово два отвори $\varnothing 17H14$.

030 Контрольна

2.5 Розробка структури та змісту технологічних операцій і вибір обладнання для їх здійснення

Розробимо структуру та зміст операцій технологічного процесу деталі кронштейна СОУ 00.204 і занесемо дані до таблиці 5.

Дані про металорізальне обладнання для обробки кронштейна СОУ 00.204 зводимо до таблиці 6.

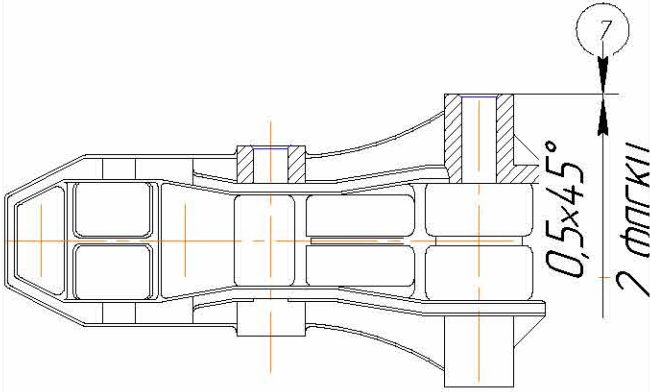
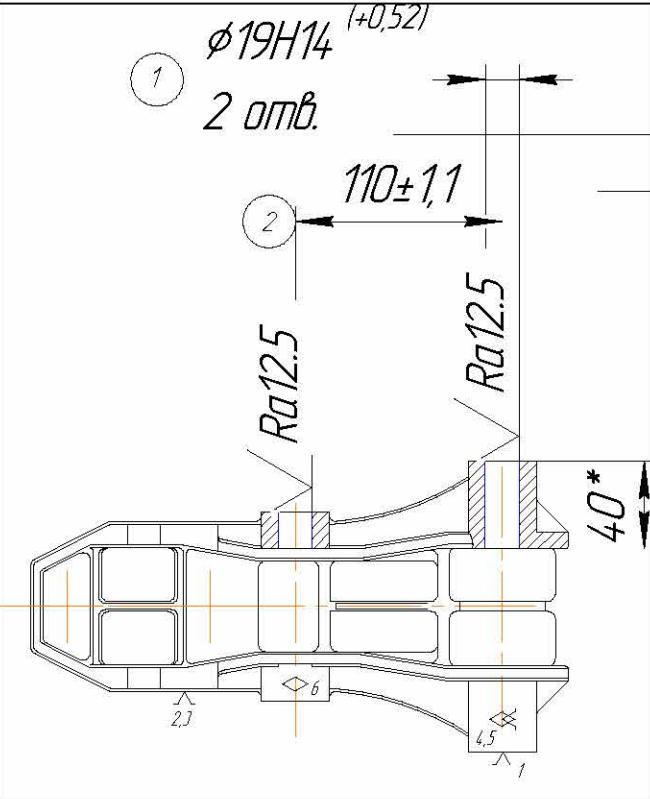
Таблиця 5 – Розробка маршруту обробки кронштейну СОУ00.204

| № операції | Модель верстату | Операційний ескіз | Зміст операції |
|----------------------------------|---------------------------------------|-------------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 005 Вертикально-свердильна з ЧПК | Вертикально-свердильний з ЧПК 2P135Ф2 | | <p>1. Встановити деталь.</p> <p>2. Зенкерувати два отвори, витримавши розміри 1, 2.</p> |

Продовження таблиці 5

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|--|--|
| | | <p> $\phi 20B12(+0,37, +0,16)$ 2 отв. $110 \pm 1,1$ $Ra6.3$ $Ra6.3$ $100 \pm 0,7$ $Ra12.5$ $Ra12.5$ $150 \pm 0,8$ 3 4 5 6 </p> | <p> 3. Розгорнути два отвори, витримавши розміри 3, 4. 4. Підрізати торці бонок, витримавши розміри 5, 6. </p> |

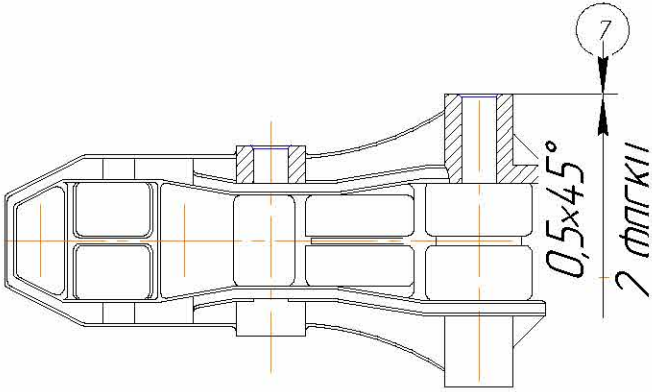
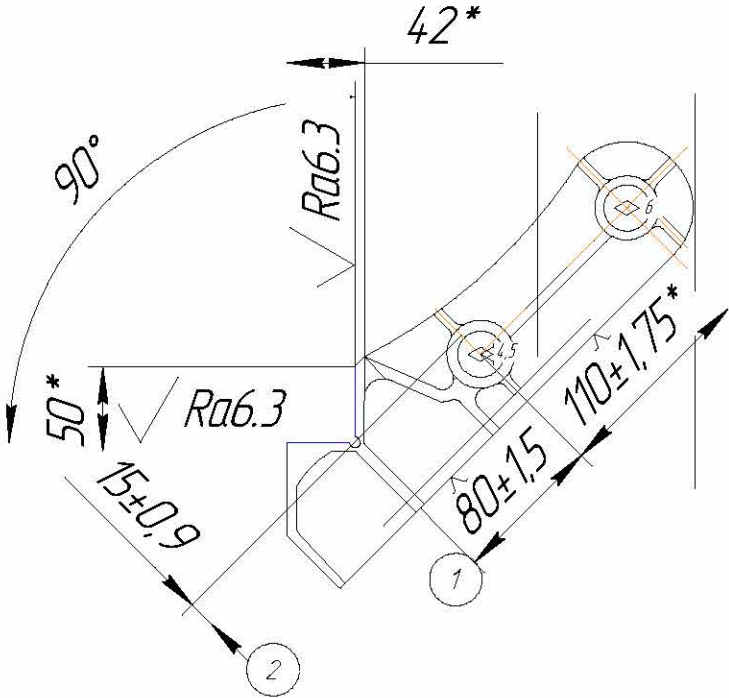
Продовження таблиці 5

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|--|---|---|
| | |  | <p>5. Зенкувати дві фаски, витримавши розмір 7.</p> <p>6. Зняти деталь</p> |
| <p>010 Вертикально-свердлильна з ЧПК</p> | <p>Вертикально-свердильний з ЧПК 2P135Ф2</p> |  | <p>1. Встановити деталь.</p> <p>2. Зенкерувати два отвори, витримавши розміри 1, 2.</p> |

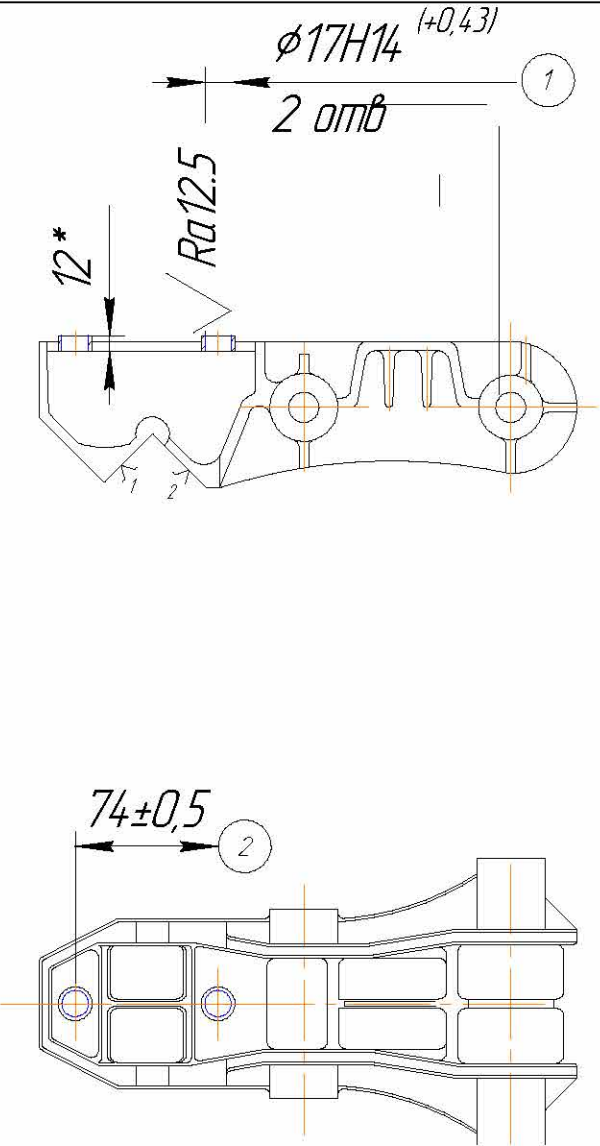
Продовження таблиці 5

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|
| | | <p> $\phi 20B12 (+0,37 / +0,16)$ 3 2 отв. $110 \pm 1,1$ 4 $Ra6.3$ $Ra6.3$ </p> <p> 5 $98 \pm 0,7$ $Ra12.5$ $Ra12.5$ 6 $148 \pm 0,8$ </p> | <p>3. Розгорнути два отвори, витримавши розміри 3, 4.</p> <p>4. Підрізати торці бонок, витримавши розміри 5, 6.</p> |

Продовження таблиці 5

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------------------|-----------------------------------|---|---|
| | |  | <p>5. Зенкувати дві фаски, витримавши розмір 7.</p> <p>6. Зняти деталь</p> |
| <p>015 Вертикально-фрезерна</p> | <p>Вертикально-фрезерний 6P12</p> |  | <p>1. Встановити деталь.</p> <p>2. Фрезерувати прямокутний паз, витримавши розміри 1, 2.</p> <p>3. Зняти деталь</p> |

Продовження таблиці 5

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----------------------------------|--------------------------------------|--|---|
| <p>025 Вертикально-свердильна</p> | <p>Вертикально-свердильний 2Н135</p> |  <p>The drawing shows two views of a vertical drill bit. The top view is a cross-section with a diameter of $\phi 17H14^{(+0,43)}$ and a length of 2 отв (2 holes). A chamfered edge is shown with a radius of $Ra12.5$ and a chamfer width of 12^*. The bottom view shows the full length of the bit, with a dimension of $74 \pm 0,5$ indicated. The bit has two cutting edges and two cutting lips.</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити деталь. 2. Зенкерувати два отвори, витримавши розміри 1, 2. 3. Зняти деталь |

Таблиця 6 – Обладнання для обробки кронштейну СОУ00.204

| № опер | Верстат | Діапазон частот обертання | Діапазон подач | Маса верстату | Потужність, кВт |
|--------|--------------------------------|---------------------------|----------------|---------------|-----------------|
| 005 | Свердлильний з ЧПК 2P135Ф2 | 45-2000 | 10-500 | 4,7 | 3,7 |
| 010 | Свердлильний з ЧПК 2P135Ф2 | 45-2000 | 10-500 | 4,7 | 3,7 |
| 015 | Вертикально-фрезерний 6P12 | 63-3150 | 40-200 | 4,2 | 5,0 |
| 025 | Вертикально-свердлильний 2H135 | 31,5-1400 | 0,1-1,6 | 1,2 | 2,2 |

2.6 Вибір верстатних пристроїв, ріжучих і мірільних інструментів

Після вибору обладнання, необхідно наступним етапом встановити, які пристосування у відповідності з операційними ескізами необхідні для виконання операцій, згідно прийнятих технологічного процесу механічної обробки деталі кронштейн СОУ 00.204.

Тип та конструкція затискних пристроїв визначається на підставі прийнятої теоретичної схеми базування, конструктивних форми деталі та типу виробництва.

Стисла технічна характеристика вибраних затискних пристроїв приведена в таблиці 7.

Таблиця 7 – Затискні пристрої

| № опер. | Найменування пристосування | Стандарт (код) | Вид приводу |
|---------|----------------------------|----------------|--------------|
| 005 | Пристрій свердлильний | Спеціальне | Пневматичний |
| 010 | Пристрій свердлильний | Спеціальне | Пневматичний |
| 015 | Пристрій фрезерний | 142438 | Пневматичний |
| 020 | Кондуктор | 142371 | Механічний |

Ріжучий інструмент на операціях обираємо з урахуванням обраного верстату, поверхні що обробляється, максимального застосування нормалізованого стандартного інструменту, методу та стадії обробки (чорнова, чистова) типу виробництва, ріжучих властивостей та стійкості інструменту.

Відомості про обраний інструмент заносимо до таблиці 8.

Таблиця 8 – Ріжучий інструмент для механічної обробки деталі

| № опер | № пер. | Назва інструменту | Стандарт (код) | Ріжуча частина | |
|--------|--------|-------------------|----------------|----------------|----------|
| | | | | Матеріал | ГОСТ |
| 005 | 2 | Зенкер Ø19 | 21541-76 | ВК6 | 3882-74 |
| | 3 | Розгортка Ø20 | 1672-80 | ВК6 | 3882-74 |
| | 4 | Зенкер торцевий | спец | ВК6 | 3882-74 |
| | 5 | Зенківка | 14953-80 | P6M5 | 19265-73 |
| | 010 | 2 | Зенкер Ø19 | 21541-76 | ВК6 |
| 3 | | Розгортка Ø20 | 1672-80 | ВК6 | 3882-74 |
| 4 | | Зенкер торцевий | спец | ВК6 | 3882-74 |
| 5 | | Зенківка | 14953-80 | P6M5 | 19265-73 |
| 015 | | 2 | Фреза Ø125 | 3755-78 | ВК6 |
| 020 | 2 | Зенкер Ø17 | 21541-76 | ВК6 | 3882-74 |

Засоби технічного контролю технічних операцій обирають з урахуванням точності вимірювання, розміру, якості вимірювальної поверхні та типу виробництва. Відомості про засоби технічного контролю приводимо в таблиці 9.

Таблиця 9 – Вимірювальний інструмент для контролю деталі

| № опер | № пер. | Параметр деталі, що контролюється | Найменування інструменту | Стандарт (код) |
|--------|--------|---|---|--------------------|
| 005 | 3 | Діаметр. розмір $\varnothing 20\text{В}12^{(+0,37}_{+0,16)}$ | Калібр-пробка 20В12 | 14807-69 |
| | 4 | Між центрова відстань $110\pm 1,1$ | Калібр 110 | 9038-83 |
| 010 | 3 | Лінійні розміри $100\pm 0,7$ і $150\pm 0,8$ | Штангенциркуль | 166-80 |
| | 4 | Діаметральний розмір $\varnothing 20\text{В}12^{(+0,37}_{+0,16)}$ | Калібр-пробка 20В12 | 14807-69 |
| 015 | 2 | Між центрова відстань $110\pm 1,1$ | Калібр 110 | 9038-83 |
| | 2 | Лінійні розміри $98\pm 0,7$ і $148\pm 0,8$ | Калібр $98\pm 0,7$ Калібр $148\pm 0,8$ | 9038-83 9038-83 |
| 020 | 2 | Лінійні розміри $15\pm 0,9$ і $80\pm 1,5$ | Калібр $15\pm 0,9$ Калібр $80\pm 1,5$ | 9038-83 9038-83 |
| | 2 | Лінійний розмір $110\pm 1,75$ | Калібр $110\pm 1,75$ | 9038-83 |
| | | Діаметральний розмір $\varnothing 17\text{Н}14^{(+0,43)}$ | Калібр-пробка 17Н14 | 14807-69 |
| | | Між центрова відстань $74\pm 0,5$ | Калібр 74 | 9038-83 |

2.8 Визначення припусків та операційних розмірів

Для поверхні $\varnothing 20B12^{+0,37}_{+0,16}$ (внутрішня циліндрична) деталі кронштейн СОУ00.204 розрахунок припусків виконуємо за методикою професора Кована.

Характеристика поверхні: внутрішня циліндрична $\varnothing 20B12^{+0,37}_{+0,16}$
шорсткість Ra=6,3 мкм, довжина обробки l=40 мм.

Маршрут обробки поверхні:

1. Зенкерування;
2. Розгортання.

Заготовка: відливка, допуск $\delta_3=0,8$ мм (верхнє відхилення +0,5, нижнє -0,3).

Сумарне значення просторових відхилень ρ для заготовок даного класу визначається за формулою:

$$\rho_s = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2};$$

Короблення отвору в осьовому та діаметральному напрямку:

$$\rho_{кор} = \sqrt{(\Delta_k \cdot d)^2 + (\Delta_k \cdot l)^2};$$

де $\Delta_k=0,8$ мкм/мм - питома кривизна заготовки

d, l – діаметр та довжина отвору.

$$\rho_{кор} = \sqrt{(0,8 \cdot 20)^2 + (0,8 \cdot 40)^2} = 28;$$

$$\rho_{см} = \sqrt{\left(\frac{\delta_B}{2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_T}{2}\right)^2} = \sqrt{150^2 + 150^2} = 212 \text{ мкм};$$

Таким чином, сумарне значення просторових відхилень заготовки, становить:

$$\rho_s = \sqrt{28^2 + 212^2} = 214 \text{ мкм};$$

Таблиця 10 – Розрахунок припусків і граничних розмірів за технологічними переходами на обробку внутрішньої циліндричної $\varnothing 20B12^{+0,37}_{+0,16}$

| Технологічні переходи обробки отвору | Елементи припуску, мкм | | | Розрахунковий припуск | Розрахунковий розмір, d_p , мм | Допуск δ , мм | Граничний розмір, мм | | Граничні відхилення, мкм | | |
|--------------------------------------|------------------------|----|--------|-----------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------|------------|--------------------------|-------------|------|
| | R_z | T | ρ | | | | d_{\min} | d_{\max} | $2Z_{\min}$ | $2Z_{\max}$ | |
| Заготовка | 600 | | 214 | | 18,378 | 800 | 7,578 | 18,378 | | | |
| Зенкерування | 50 | 50 | 8.6 | 2x88 5 | 20,148 | 430 | 9,718 | 20,148 | 1770 | 2140 | |
| Розгортання | 20 | 25 | 0 | 2x11 1 | 20,37 | 210 | 20,16 | 20,37 | 222 | 442 | |
| Разом | | | | | | | | | | 1992 | 2582 |

Залишкові просторові відхилення по переходах визначаємо за формулою:

$$\rho_{\text{зал}} = k_y \times \rho_z;$$

1 перехід – зенкерування $\rho_1 = 0,04 \times 214 = 8,6$ мкм;

2 перехід – розгортання $\rho_2 = 0$ мкм.

Визначаємо похибку установки при чорновому розточуванні:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2};$$

де: $E_3 = 120$ мкм – похибка закріплення заготовки;

$E_6 = 50$ мкм – похибка установки;

$$\varepsilon = \sqrt{50^2 + 120^2} = 130 \text{ мкм},$$

Остаточна похибка при зенкеруванні:

$$\varepsilon_2 = 0,05 \cdot \varepsilon_1 = 130 \cdot 0,05 = 6,5 \text{ мкм},$$

Визначаємо мінімальні припуски по переходах за формулою:

$$2z_{\min} = 2(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2});$$

Мінімальні припуски:

- під зенкерування:

$$2z_{\min 1} = 2(600 + \sqrt{220^2 + 130^2}) = 2 \cdot 885;$$

- під розгортання:

$$2Z_{\min 2} = 2(50 + 50 + \sqrt{8,6^2 + 6,5^2}) = 2 \cdot 111;$$

Визначаємо розрахункові значення діаметрів:

- для зенкерування:

$$d_{p1} = 20,37 - 0,222 = 20,148 \text{ мм};$$

- для заготовки:

$$d_{p3} = 20,148 - 1,77 = 18,378 \text{ мм}.$$

Визначення граничних розмірів виконуємо, починаючи з кінцевого розміру (з креслення). Результати наведені в табл.10.

$$d_{\min 2} = d_{\max 2} - \delta_2 = 20,37 - 0,21 = 20,16 \text{ мм};$$

$$d_{\min 1} = d_{\max 1} - \delta_1 = 20,148 - 0,43 = 19,718 \text{ мм};$$

$$d_{\min \text{заг}} = d_{\max \text{заг}} - \delta_{\text{заг}} = 18,378 - 0,8 = 17,578 \text{ мм}.$$

Визначаємо мінімальні значення припусків:

- для розгортання:

$$2Z_{\min 2}^{\text{пр}} = 20,37 - 20,148 = 0,222 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max 2}^{\text{пр}} = 20,16 - 19,718 = 0,442 \text{ мм};$$

- для зенкерування:

$$2Z_{\min 1}^{\text{пр}} = 20,148 - 18,378 = 1,77 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max 1}^{\text{пр}} = 19,718 - 17,578 = 2,14 \text{ мм}.$$

Перевірка

$$Z_{\max 2}^{\text{пр}} - Z_{\min 2}^{\text{пр}} = 442 - 222 = 220 \text{ мкм}; \quad \delta_2 - \delta_1 = 430 - 210 = 220 \text{ мкм};$$

$$Z_{\max 1}^{\text{пр}} - Z_{\min 1}^{\text{пр}} = 2140 - 1770 = 370 \text{ мкм}; \quad \delta_3 - \delta_1 = 800 - 430 = 370 \text{ мкм}.$$

Розрахунки виконано вірно.

На інші поверхні припуски визначаємо по нормативним даним, і

заносимо їх до таблиці 11.

Таблиця 11 – Зведена таблиця припусків на обробку деталі кронштейн СОУ 00.204

| № поверхні | Найменування поверхні та розмір | Припуск | | Допуск |
|------------|--|-----------|------------|---------------|
| | | Табличний | Визначений | |
| 1 | Внутрішня циліндрична | 3,5x2 | - | $\pm 0,2$ |
| 2 | $\varnothing 20^{+0,37}_{+0,16}$ | | | |
| 3;4 | Внутрішня циліндрична | 3,5x2 | - | $\pm 0,2$ |
| 5;6 | $\varnothing 20^{+0,37}_{+0,16}$ | | | |
| 7 | Торці $148 \pm 0,8$ | 3 | - | $+0,8_{-0,4}$ |
| 8 | Торці $98 \pm 0,7$ | 3 | - | $+0,8_{-0,4}$ |
| | Прямокутний виріз $90^\circ \pm 30'$ | 2,5 | - | $+0,5_{-0,3}$ |
| | Внутрішня циліндрична $\varnothing 17^{+0,43}$ | 2,5x2 | - | $\pm 0,2$ |

Будуємо схему графічного розташування припусків і допусків на обробку поверхні $\varnothing 20B12^{+0,37}_{+0,16}$ деталі кронштейн СОУ00.204.

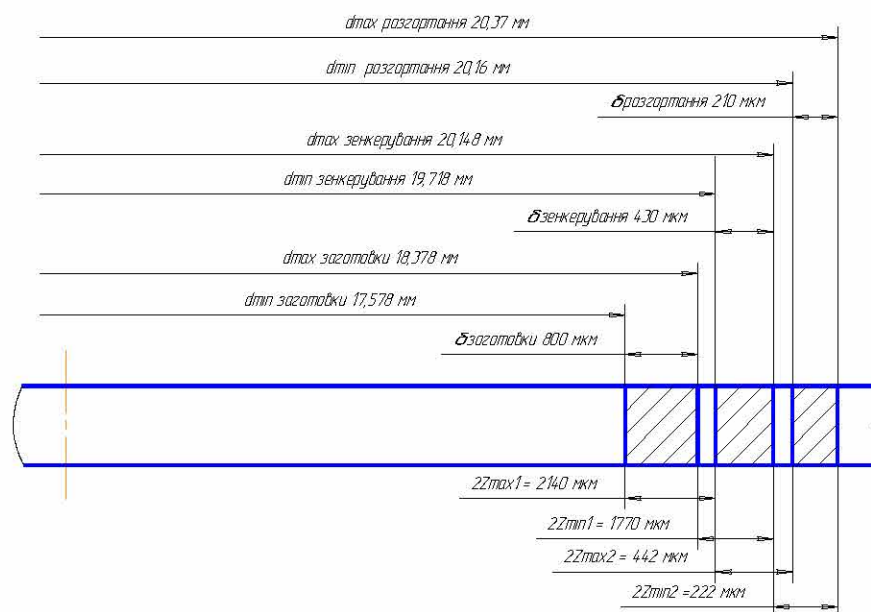


Рисунок 2 – Схема графічного розміщення припусків і допусків на обробку поверхні $\varnothing 20B12^{+0,37}_{+0,16}$.

2.9 Визначення режимів різання

Розрахуємо режими різання для деталі кронштейн СОУ00.204 на 010 операцію свердлильну з ЧПК.

Заготовка:

- метод отримання: вилівка;
- стан поверхні: з коркою.

Верстат: свердлильний з ЧПК 2P135Ф2.

2.9.1 Визначення режимів різання на другий перехід – зенкерування отворів Ø19H14.

Глибина різання – 2мм;

Кількість проходів – $i = 2$;

Вибір інструмента.

Для обробки використовуємо зенкер з твердосплавними пластинами із твердого сплава ВК6.

$T = 180$ хв - прорізання канавки.

Визначення подачі.

Подачу для обробки поверхонь визначаємо за формулою:

$$s_o = s_T \cdot K_S,$$

де: s_T - табличне значення подачі;

K_S – поправочний коефіцієнти.

Таким чином подача для обробки поверхонь:

$$s_o = 0,6 \cdot 0,7 = 0,4 \text{ мм/об.}$$

Визначення швидкості різання.

Швидкість різання для обробки поверхонь визначаємо за формулою:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot s^{y_v}} \cdot K_V,$$

де: C_v - постійна у формулі швидкості різання;

X_v, Y_v, m - показники ступеню;

K_v - поправочний коефіцієнт на швидкість різання:

$$K_v = K_{vT} \cdot K_{vj} \cdot K_{v\phi},$$

де: K_{vT} - коефіцієнт, що враховує період стійкості різального інструменту та інструментального матеріалу,

$$K_{vT} = C_{vT} \cdot T^{m_{vT}} = 3,645 \cdot 180^{-0,398} = 0,6;$$

K_{vj} - коефіцієнт, що враховує жорсткість верстату,

$$K_{vj} = C_{vj} \cdot D_c^{m_{vj}} = 0,201 \cdot 400^{0,242} = 0,86;$$

$K_{v\phi}$ - коефіцієнт, що враховує геометрію в плані,

$$K_{v\phi} = C_{v\phi} \cdot \phi^{X_v} \cdot \varepsilon^{Y_v} = 3,62 \cdot 90^{0,004} \cdot 60^{-0,29} = 1,12;$$

де: $C_{vT}, C_{vj}, C_{vM}, C_{v\phi}$ - постійні;

$m_{vT}, m_{vj}, m_{vM}, X_v, Y_v$ - показники ступеню;

$$K_v = 0,6 \cdot 1,1 \cdot 0,86 \cdot 1,12 = 0,6$$

Таким чином швидкість різання складає:

$$V = \frac{143 \cdot 19^{0,4}}{180^{0,4} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,4^{0,45}} \cdot 0,6 = 39 \text{ м/хв};$$

Визначення частоти обертання шпинделя.

Частоту обертання шпинделя визначаємо за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D},$$

де: D - діаметр обробки.

$$n_p = \frac{1000 \cdot 39}{3,14 \cdot 19} = 653 \text{ об/хв},$$

корегуємо за паспортом верстата і приймаємо $n_{пр} = 630 \text{ об/хв}$.

Фактичну швидкість різання визначаємо за формулою:

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

$$V = \frac{3,14 \cdot 19 \cdot 630}{1000} = 31,4 \text{ м/хв}.$$

Визначаємо крутний момент при обробці

$$M_{кр} = \frac{C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot D \cdot Z}{2 \cdot 100};$$

де: Z – кількість зубців зенкера.

$$M_{кр} = \frac{40 \cdot 2^{1.2} \cdot 0.4^{0.65} \cdot 19 \cdot 4}{2 \cdot 100} = 54H \cdot м;$$

Перевірка вибраних режимів різання по потужності привода головного руху.

Перевірку здійснюємо за формулою:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750};$$

$$N_e = \frac{54 \cdot 630}{9750} = 3.2кВт,$$

що не перевищує потужності привода головного привода верстата.

Визначення основного часу.

Основний час визначаємо за формулою:

$$T_o = \frac{L}{s \cdot n} \cdot i,$$

де: i - кількість проходів;

L - довжина робочого ходу:

$$L = l + l_1 + l_2,$$

де: l - довжина оброблюємої поверхні;

l_1 - довжина врізання;

l_2 - довжина перебігу (при обробці в упор $l_3=0$).

Основний час на обробку:

$$T_{o1} = \frac{40 + 3 + 2}{0.4 \cdot 630} \cdot 2 = 0,71хв,$$

2.9.2 Визначення режимів різання на третій перехід – розгортання отвору Ø20В12.

Різець розточний, матеріал ріжучої частини – ВК6.

Глибина різання – 0.5 мм;

Кількість проходів – $i = 2$;

Визначення подачі.

Подачу для обробки поверхонь визначаємо за формулою:

$$s_0 = s_T \cdot K_S,$$

де s_T - табличне значення подачі;

K_S – поправочний коефіцієнти.

Таким чином подача для обробки поверхонь:

$$s_0 = 2 \cdot 0,4 = 0,8 \text{ мм/об.}$$

Визначення швидкості різання.

Швидкість різання для обробки поверхонь визначаємо за формулою:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^{X_v} \cdot s^{Y_v}} \cdot K_V,$$

де: C_v - постійна у формулі швидкості різання;

X_v, Y_v, m - показники ступеню;

K_V - поправочний коефіцієнт на швидкість різання:

де: $C_{vT}, C_{vj}, C_{vM}, C_{v\phi}$ - постійні;

$m_{VT}, m_{Vj}, m_{VM}, X_v, Y_v$ - показники ступеню;

$$K_V = 0,6$$

Таким чином швидкість різання складає:

$$V = \frac{148 \cdot 20^{0,2}}{180^{0,2} \cdot 0,5^{0,1} \cdot 0,8^{0,5}} \cdot 0,6 = 38 \text{ м/хв.}$$

Визначення частоти обертання шпинделя.

Частоту обертання шпинделя визначаємо за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D},$$

де D - діаметр обробки.

$$n_p = \frac{1000 \cdot 38}{3,14 \cdot 20} = 649 \text{ об/хв.}$$

корегуємо за паспортом верстата і приймаємо $n_{пр} = 630 \text{ об/хв.}$

Визначення фактичної швидкості різання.

Фактичну швидкість різання визначаємо за формулою:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 630}{1000} = 24 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо крутний момент при обробці

$$M_{кр} = \frac{C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot D \cdot Z}{2 \cdot 100};$$

де: Z – кількість зубців зенкера.

$$M_{кр} = \frac{40 \cdot 0,5^{1,2} \cdot 0,8^{0,65} \cdot 20 \cdot 8}{2 \cdot 100} = 12 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

Визначення основного часу.

Основний час визначаємо за формулою:

$$T_o = \frac{L}{s \cdot n} \cdot i,$$

де: i - кількість проходів;

L - довжина робочого ходу:

$$L = l + l_1 + l_2,$$

де: l - довжина оброблюємої поверхні;

l_1 - довжина врізання;

l_2 - довжина перебігу (при обробці в упор $l_3=0$).

Основний час на обробку:

$$T_{o2} = \frac{40 + 3 + 2}{0,8 \cdot 250} \cdot 2 = 0,45 \text{ хв.},$$

2.9.3 Визначення режимів різання на четвертий перехід – підрізання торців бонок.

Зенкер торцевий, матеріал ріжучої частини – ВК6.

Глибина різання – 3 мм;

Кількість проходів – $i = 2$;

Визначення подачі.

Подачу для обробки поверхонь визначаємо за формулою:

$$s_o = s_T \cdot K_S,$$

де: s_T - табличне значення подачі;

K_S – поправочний коефіцієнт.

Таким чином подача для обробки поверхонь:

$$s_o = 0,45 \cdot 0,62 = 0,25 \text{ мм/об.}$$

Визначення швидкості різання.

Швидкість різання для обробки поверхонь визначаємо за формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^{X_v} \cdot s^{Y_v}} \cdot K_V,$$

де: C_v - постійна у формулі швидкості різання;

X_v, Y_v, m - показники ступеню;

K_V - поправочний коефіцієнт на швидкість різання:

$$K_V = 0,8$$

Таким чином швидкість різання складає:

$$V = \frac{42}{60^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,25^{0,2}} \cdot 0,8 = 22 \text{ м/хв};$$

Визначення частоти обертання шпинделя.

Частоту обертання шпинделя визначаємо за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D},$$

де: D - діаметр обробки.

$$n_p = \frac{1000 \cdot 22}{3,14 \cdot 40} = 229 \text{ об/хв.},$$

корегуємо за паспортом верстата і приймаємо $n_{пр} = 126 \text{ об/хв.}$.

Визначення фактичної швидкості різання.

Фактичну швидкість різання визначаємо за формулою:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 126}{1000} = 20 \text{ м/хв.}$$

Основний час визначаємо за формулою:

$$T_o = \frac{L}{s \cdot n} \cdot i,$$

де: i - кількість проходів;

L - довжина робочого ходу:

$$L = l + l_1 + l_2,$$

де: l - довжина оброблюємої поверхні;

l_1 - довжина врізання;

l_2 - довжина перебігу (при обробці в упор $l_3=0$).

Основний час на обробку:

$$T_{o3} = \frac{40 + 3}{0,25 \cdot 126} \cdot 2 = 0,38 \text{ хв.}$$

Основний час на всю операцію:

$$T_{o\Sigma} = 0,71 + 0,45 + 0,38 + 0,04 = 1,58 \text{ хв.}$$

На решту операцій елементи режимів різання визначаємо за нормативними документами. Визначені величини елементів режимів різання заносимо до таблиці 12.

Таблиця 12 – Зведена таблиця режимів різання на операції механічної обробки кронштейна

| Номер | | t, мм | S _o , мм/об; мм/хв | V, м/хв | n, об/хв | t _o , хв |
|----------|----------|----------|-------------------------------------|------------|-------------|------------------------|
| Операції | Переходу | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |

Продовження таблиці 12

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-----|---|-----|------|------|-----|------|
| 005 | 2 | 2 | 0,4 | 31,4 | 630 | 0,71 |
| | 3 | 0,5 | 0,8 | 24 | 250 | 0,45 |
| | 4 | 3 | 0,25 | 20 | 126 | 0,38 |
| | 5 | 0,5 | 0,25 | 28 | 630 | 0,04 |
| 010 | 2 | 2 | 0,4 | 31,4 | 315 | 0,71 |
| | 3 | 0,5 | 0,8 | 24 | 250 | 0,45 |
| | 4 | 3 | 0,25 | 20 | 126 | 0,38 |
| | 5 | 0,5 | 0,25 | 28 | 315 | 0,04 |
| 015 | 2 | 3,5 | 160 | 70 | 250 | 1,15 |
| 025 | 2 | 2 | 0,4 | 21,9 | 315 | 0,27 |

2.10 Технічне нормування операцій

Норми часу на виконання операцій визначаємо розрахунковим методом.

Виконаємо розрахунок штучно-калькуляційного часу для 010 операції свердлильної з ЧПК.

Основний технологічний час операції:

$$t_0 = 1,58 \text{ хв};$$

Визначаємо допоміжний час, який складається з:

- час на встановлення та закріплення деталі:

$$t_{д1} = 0,1 \text{ хв}; \quad [4, \text{ст.200}]$$

- додатковий час пов'язаний з операцією, прийоми керування верстатом:

$$t_{д2} = 0,01 + 0,03 + 0,11 = 0,15 \text{ хв}; \quad [4, \text{ст. 103}]$$

- час на контрольні вимірювання:

$$t_{д3} = 0,07 \text{ хв}; \quad [4, 207]$$

Поправочний коефіцієнт на додатковий час при серійному типі виробництва $k = 1,85$

Визначаємо допоміжний час на операцію:

$$T_d = t_{d1} + t_{d2} + t_{d3} = (0,1 + 0,15 + 0,07)1,85 = 0,77 \text{ хв};$$

Час на організаційні та технічне обслуговування робочого місяця, відпочинок та особисті потреби, визначаємо як 7% від оперативного часу.

Визначаємо норму штучного часу:

$$T_{um} = (T_0 + T_d) \cdot \left(1 + \frac{\alpha_{mex} + \alpha_{opz} + \alpha_{ocn}}{100}\right);$$

$$T_{um} = (1,58 + 0,77) \cdot \left(1 + \frac{6,5}{100}\right) = 2,85;$$

Визначаємо норму штучно-калькуляційного часу:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + T_{пз}/n;$$

де: $T_{пз}$ – підготовчо-заклучний час;

$n=8500$ шт – річна програма випуску деталей;

Визначаємо підготовчо-заклучний час:

$$T_{пз} = 14 + 4 = 18 \text{ хв};$$

Визначаємо норму штучно-калькуляційного часу:

$$T_{шт-к} = 2,85 + 18/400 = 2,852 \text{ хв};$$

Таблиця 13 – Результати технічного нормування

| № опер. | t_o , хв | t_d , хв | $t_{тех}$ | $t_{орг}$ | $t_{осп}$ | $t_{шт}$, хв | $t_{п-з}$, хв | $t_{шт-к}$, хв |
|---------|---------------|---------------|-----------|-----------|-----------|------------------|-------------------|--------------------|
| 005 | 1,58 | 0,77 | | 6,5% | | 2,85 | 18 | 2,852 |
| 010 | 1,58 | 0,77 | | 6,5% | | 2,85 | 18 | 2,852 |
| 015 | 1,15 | 0,61 | | 6% | | 2,26 | 20 | 2,262 |
| 020 | 0,27 | 0,65 | | 6,5% | | 1,42 | 13 | 1,421 |

3 Конструкторська частина

3.1 Розробка конструкції пристрою для встановлення і закріплення деталі

3.1.1. Опис будови та роботи пристрою

Розроблений затискний пристрій використовується при обробці деталі кронштейн СОУ00.204 на 010 операції – свердлувальній з ЧПК. Обробка ведеться на вертикально-свердильному верстаті з ЧПК моделі 2P135Ф2, затискний пристрій встановлюється на столі верстату.

Складальне креслення винесено в графічну частину кваліфікаційної роботи.

В записці приведемо спрощене зображення даного пристрою.

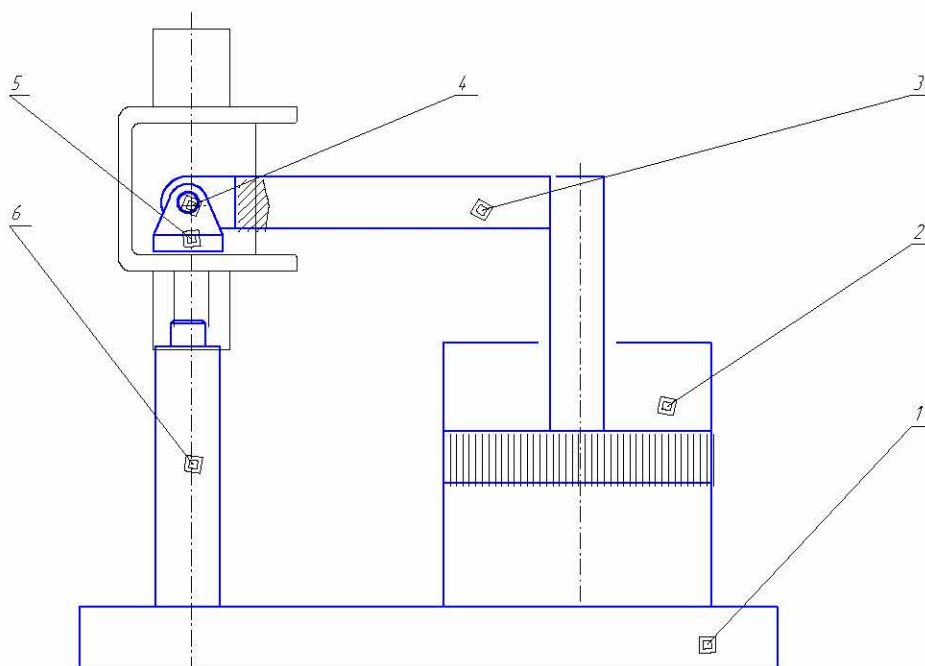


Рисунок 3 – Спрощена схема затискного пристрою

Затискне пристосування складається з таких основних частин (дивись рис.3): 1 – основа; 2 – пневмоциліндр; 3 – планка; 4 – вісь; 5 – серьга; 6 – палець.

На основі 1 вертикально встановлено пневмоциліндр 2, до штоку якого, за допомогою гайки, кріпиться планка 3. До планки 3 на вісі 4 прикріплено серьгу 5. На основі 1 також запресовано два пальці 6 один з яких циліндричний, а інший зрізаний.

Принцип роботи.

Деталь кронштейн СОУ 00.204 встановлюється попередньо обробленими на 005 операції на два пальці – циліндричний і зрізаний. На даній операції у кронштейні зенкеруються а потім розгортаються два отвори, підрізаються торці бонок, зенкуються фаски в вищезазначених отворах.

При подачі стиснутого повітря в штокову порожнину пневмоциліндру 2, поршень разом зі штоком рухається вниз, і діє на планку 3. Планка 3 також рухається вниз разом з серьгою 5. Серьга 5 маючи можливість хитатися на вісі 4, притискає оброблювану деталь до двох пальців. Таким чином відбувається затиск деталі.

При подачі стиснутого повітря в без штокову порожнину пневмоциліндру 2, поршень разом зі штоком рухається вгору, і діє на планку 3 таким чином, що серга звільняє деталь. Таким чином відбувається розтиск деталі.

Пристосування встановлюється на столі вертикального свердлильного верстату, і закріплюється за допомогою болтів, які входять в Т-образні пази.

3.1.2. Розрахунок сили затиску деталі та розрахунок параметрів силового привода.

Склавши розрахункову схему затиску деталі, визначимо точку прикладення сили затиску та її напрямок.

Під дією сили різання P_z при підрізанні торцю бонки деталь прагне повернутися навколо центру отвору. Повороту заготовки перешкоджає сила тертя.

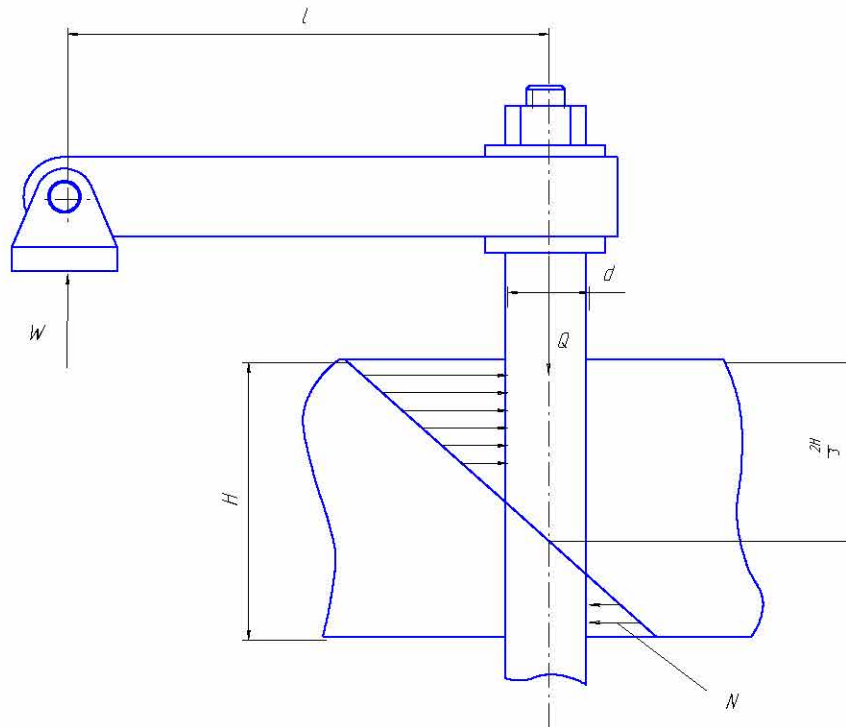


Рисунок 4 – Схема до розрахунку потрібної сили затиску і параметрів силового приводу

Визначаємо силу різання при підрізанні бонки.

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

$$P_z = \frac{10 \cdot 32 \cdot 2.5^{0.1} \cdot 0.2^{0.15} \cdot 40^{0.2} \cdot 4}{46^{0.2} \cdot 250^0} \cdot 1.2 = 123H;$$

$$P_x = (0.4 - 0.55) \cdot P_z = 0.5 \cdot 123 = 62H;$$

Визначаємо момент, що буде намагатися повернути деталь.

$$\Delta M = M_{T1} M_{T2};$$

$$\Delta \left\{ \begin{array}{l} M_{m1} = (W + P_0) \cdot f \cdot r_{cp} \\ M_{m2} = \frac{1}{3} (W + P_0) \cdot f \cdot \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} \end{array} \right\}$$

звідки

$$W = \frac{f \cdot (D^3 - d^3)}{3(D^2 - d^2)} - P_0;$$

$$W + 2N \cdot f - Q = 0$$

$$W \cdot l - \frac{2H}{3} \cdot N = 0$$

$$W \cdot l = \frac{2H}{3} \cdot N$$

$$W = \frac{2 \cdot H \cdot N}{3 \cdot l} = \frac{2 \cdot 4 \cdot 63}{3 \cdot 15} = 11.2H;$$

$$N = \frac{3 \cdot W \cdot l}{2 \cdot H}$$

підставимо в перше рівняння і отримаємо:

$$W + \frac{2 \cdot 3 \cdot W \cdot f \cdot l}{2 \cdot H} - Q = 0;$$

$$W \left(1 + \frac{3 \cdot l \cdot f}{H}\right) = Q$$

$$Q = 11.2 \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot 15 \cdot 0.15}{4}\right) = 30H;$$

Тоді зусилля на штоці:

$$Q = \frac{\pi \cdot (D_y^2 - d_{um}^2) \cdot P \cdot \eta}{4};$$

Визначаємо діаметр циліндра силового приводу:

$$D_y = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot P \cdot \eta} + d_{um}^2};$$

де: P- тиск стиснутого повітря (3-5кгС/см²);

η - ККД приводу;

$$D_y = \sqrt{\frac{4 \cdot 30}{3,14 \cdot 4 \cdot 0,85} + 2,5^2} = 11 \text{ см};$$

Вибираємо діаметр циліндра із нормального ряду діаметрів:

$$D = 125 \text{ мм по ГОСТ21307-75.}$$

3.2 Розробка конструкції контрольного пристрою

Дане контрольне пристосування використовується для контролю співвісності отворів $\varnothing 20B12^{+0,37}_{+0,16}$, що не повинно перевищувати 0,37 мм, в деталі кронштейн СОУ 00.204.

Контроль будемо проводити індикатором часового типу ИЧ10 по ГОСТ577-68 з ціною поділки 0,01 мм.

Контрольне пристосування винесено в графічну частину проекту. Воно складається з індикаторної стійки 1, оправок 2 та 3, стійок 4, важеля 5, вилки 6, штиря 7, стакан 8 та основи 9.

На основі 1 встановлено індикаторну стійку 1, та дві стійки 4, зверху до яких прикріплено призми 13. На індикаторній стійці 1 встановлено індикатор часового типу, що кріпиться гвинтом. На основі 9 встановлено стакан 8, в середині якого розміщено штир 7 разом з пружиною 14. На основі також встановлено вилку 6, на якій встановлено важіль.

Деталь кронштейн СОУ 00.204, встановлюється на призми 13 за допомогою оправки 2, яка продівається в два напроти лежачих отвори $\varnothing 20B12^{+0,37}_{+0,16}$. В два інші отвори, також продівається оправка 3, що притискається важелем 5, що підпружинений пружиною 14. Головка індикатора дотикається до одного краю оправки 3, і знімаються його показання. Потім деталь перевертається і проводиться ще один замір. Різниця в показаннях першого і другого замірів дасть відхилення від співвісності отворів $\varnothing 20B12^{+0,37}_{+0,16}$.

Дане пристосування також можливо використати для контролю співвісності чи непаралельності і інших деталей. Воно має досить просту конструкцію і містить уніфіковані вузли.

Література

1. Методические указания к выполнению курсового проекта по технологии машиностроения для студентов специальности 0501-Кировоград. КИСХМ-1986.
2. Справочник технолога-машиностроителя. Т.2. Под ред. А.Г. Косиловой. –М.: Машиностроение, 1986.
3. Справочник технолога-машиностроителя. Т.1. Под ред. А.Г. Косиловой. –М.: Машиностроение, 1986.
4. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. -Мн.:Выш. Школа, 1983.
5. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Часть II-Москва.: Экономика, 1990.
6. Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя.-М.: Издательство стандартов, 1992.
7. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технологического нормирования работ на металлорежущих станках.- М.: Машиностроение, 1974.
8. Павленко І.І. Промислові роботи та РТК. Монографія – Кропивницький: Видавець Лисенко В.Ф. 2016. – 492с.
9. Павленко І.І., Мажара В.А. Роботизовані технологічні комплекси: Навчальний посібник. Кіровоград: КНТУ, 2010. – 392с.
10. Маталин А.А., Френкель Б.И. Проектирование технологических процессов обработки деталей на станках с числовым программным управлением. – Л., Изд-во Ленингр.универс., 1977.