

Хмельницький національний університет

Факультет: інженерії транспорту та архітектури

Кафедра: Технології машинобудування

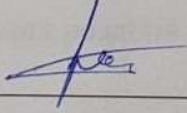
ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

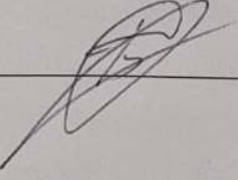
до дипломної роботи магістра

Галузь знань: 13 Механічна інженерія

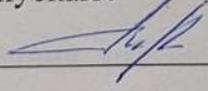
Спеціальність: 131 Прикладна механіка

на тему: Удосконалення технології виготовлення деталі куліса ОГТ.2.07.24 із
використанням верстатів з ЧПК фірми HAAS

Виконав студент групи ПМТм-21-1  (І.В. Медяник)

Керівник магістерської роботи:  (С.С. Бись)

До захисту допускаю:

Зав. кафедри  (В.П. Ткачук)

20 12 2022_р.

Хмельницький – 2022 р.

Хмельницький національний університет
Факультет інженерії транспорту та архітектури
Кафедра Технології машинобудування
Спеціальність «Прикладна механіка»

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ
ДИПЛОМНУ РОБОТУ
магістру Медянику Івану Васильовичу
Тема затверджена наказом ректора
№ 83 від “ 1 липня ” 2022 р.

Тема роботи: Удосконалення технології виготовлення деталі куліса
ОГТ.2.07.24 із використанням верстатів з ЧПК фірми HAAS

План роботи і терміни подання окремих розділів

Розділ I _____ 30.09.2022
Розділ II _____ 30.10.2022
Розділ III _____ 20.11.2022
Розділ IV _____ 10.12.2022
Розділ V _____ 15.12.2022

Перелік графічних матеріалів: 1. Кресленик деталі 1 лист – А2; 2. Кресленик заготовки 1 лист – А2; 3. Аналіз деталі в Solid Works – 1 лист А1; 4. Графотехнологія 1 лист – А1; 5. Кресленик РТК 1 лист – А1, 6. Створення програми в САМ Esprit 1 лист – А1; 7. Кресленик верстатного пристрою 1 лист – А1, 8. Кресленик інструменту 1 лист – А1; 9. Кресленик контрольного пристрою 1 лист – А1.

Зав. кафедри _____ В.П. Ткачук
Керівник _____ С.С. Бись
Магістр _____ І.В. Медяник

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ

Направляється студент Медяник Іван Васильович на захист дипломного проєкту
(прізвище, ім'я, по батькові)

Удосконалив технології виготовлення куліса 07.2.07.24 із використанням з ЧПК фірми
(найменування теми)

Дипломний проєкт (робота), рецензія і довідка про перевірку на плагіат додаються.

Декан факультету _____
(підпис) (ім'я, прізвище)

ДОВІДКА УСПІШНОСТІ

Медяник І. В. за період навчання на факультеті інженерії, транспорту та архітектури 2022 роки повністю виконав навчальний план спеціальності з таким розподілом оцінок національною шкалою: відмінно 8,33 %, добре 41,67 %, задовільно 50,00 %. шкалою ЄКТС: А 5,88 %, В 17,65 %, С 23,53 %, D 5,88 %, E 47,06 %.

Методист факультету _____
(підпис) (ім'я, прізвище)

ВИСНОВОК КЕРІВНИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ (РОБОТИ) ТА ОБГРУНТУВАННЯ ОЦІНКИ

Студент Медяник Іван Васильович приступив до виконання магістерської роботи та активно працював над її виконанням. Загальною метою роботи було дослідження та практичних навичок для вирішення практичних завдань машинобудування.

Оцінка дипломного проєкту (роботи) заслужив арши
Керівник дипломного проєкту _____
(підпис) (ім'я, прізвище)

" 28 " 12

ВИСНОВОК КАФЕДРИ ПРО ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ)

Дипломний проєкт (роботу) розглянуто. Студент Медяник І. В. допускається до захисту проєкту (роботи) в екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри технології машинобудування
(назва)

" 29 "

Анотація

Тема роботи: Удосконалення технології виготовлення деталі куліса
ОГТ.2.07.24 із використанням верстатів з ЧПК фірми HAAS

Пояснювальна записка містить 93 сторінки і додатки (специфікації складальних креслень, комплект технологічної документації), графічна частина проекту складається з 9 листів формату А1.

Згідно із завданням необхідно було розробити технологічний процес механічного оброблення деталі куліса ОГТ.2.07.24 із використанням верстатів з ЧПК фірми HAAS.

В розрахунково-пояснювальній записці наведено всі необхідні розрахунки, а також розділи розділи, що відповідають встановленим вимогам.

У першому розділі магістерської роботи наведено розроблений технологічний процес механічного оброблення деталі куліса.

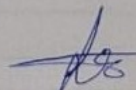
У другому розділі магістерської роботи наведено спроектовані верстатний та контрольний пристрої з необхідними розрахунками.

В третьому розділі магістерської роботи викладено матеріали по проектуванню спеціального різального інструменту.

В четвертому розділі розроблено програму в САМ Esprit для верстат з ЧПК фірми HAAS та визначено режими різання на технологічні операції оброблення поверхонь деталі за методикою фірми Sandvik Coromant.

В п'ятому розділі проведено аналіз виробничих умов та запропоновано заходи для створення безпечних, нешкідливих умов праці.

Автор проекту: Іван Медяник



/Підпис/

2022 р.

Дата

Міністерство освіти і науки України
Хмельницький національний університет

РЕЦЕНЗІЯ

на магістерську роботу студента Медяника Івана Васильовича
на тему: Удосконалення технології виготовлення деталі куліса ОГТ.2.07.24 із
використанням верстатів з ЧПК фірми HAAS

Тема дипломної роботи, та її зміст відповідають обраній спеціальності.
Дипломна робота має необхідні розділи згідно завдання.

У дипломній роботі студент проаналізував конструкцію обраної деталі,
її технологічність та визначив тип виробництва.

Вибрав (економічно обґрунтувавши) метод виготовлення заготовки, в
подальшому був розроблений маршрутний і технологічний процес
механічного оброблення куліса з використанням сучасного м/р устаткування
з ЧПК. Згідно виданого завдання розраховані припуски на обробку, визначені
режими різання, норми штучного часу. Всі прийняті рішення технологічного
розділу підкріплені відповідними розрахунками і виконані на високому рівні.

У конструкторській частині розроблено конструкцію верстатного
пристрою та для оброблення плоских поверхонь на шліфувальній операції,
пристрій для контролю паралельності площин, розраховано конструкцію
спеціальної фрези.

Графічна частина виконана у відповідності з вимогами ЕСКД та ДСТУ,
розділи розрахунково-пояснювальної записки оформлені з виконанням
основних вимог ЕСТД та ДСТУ на досить високому рівні.

Все це свідчить про досить високий рівень здобувача як сформованого
молодого спеціаліста.

Вагомих недоліків не виявлено.

Проте по магістерській роботі можна зробити наступне зауваження:

- бажано було б виконати аналіз економічної ефективності та термін
окупності запропонованих заходів.

Дипломна робота, виконана згідно завдання, в повному обсязі на
високому технічному рівні та заслуговує позитивної оцінки.

Рецензент: к.т.н., доц. Машовцев Н.С.

«29» « 12 » 2022 р.

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ВСТУП | 7 |
| 1. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ | |
| ДЕТАЛІ | 8 |
| 1.1 Аналіз конструкції деталі та вимоги до її виготовлення | 8 |
| 1.2 Відпрацювання конструкції деталі на технологічність | 9 |
| 1.3 Визначення типу виробництва та форми організації техпроцесу | 14 |
| 1.4 Аналіз існуючого технологічного процесу | 17 |
| 1.5 Вибір заготівлі та методу її виготовлення | 19 |
| 1.6 Визначення операційних припусків, розмірів та допусків заготівлі | 19 |
| 1.7 Техніко–економічна оцінка вибору заготівлі | 25 |
| 1.8 Проектування технологічного маршруту обробки | 27 |
| 1.9 Розрахунок оптимальних режимів різання | 31 |
| 1.10 Нормування технологічного процесу | 42 |
| 1.11 Вибір варіанта технологічного маршруту та його техніко–економічне обґрунтування | 45 |
| 2. ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ВЕРСТАТНОГО ПРИСТОСУВАННЯ | 54 |
| 3 РОЗРАХУНОК ТА КОНСТРУЮВАННЯ РІЖУЧОГО ІНСТРУМЕНТУ | 59 |
| 4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО–ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ | 63 |
| 4.1 Розробка керуючої програми обробки деталі на верстаті з ЧПК | 63 |
| 4.2 Проектування маршрутної технології обробки з вибором ріжучого та допоміжного інструментів | 63 |
| 4.3 Розробка операційної технології з розрахунком | |

| | |
|--|-----------|
| режимів різання | 64 |
| 4.4 Визначення координат опорних точок | 66 |
| 4.5 Складання РТК та карти налагодження верстата | 71 |
| 5 ОХОРОНА ПРАЦІ, ЕКОЛОГІЧНА ТА АВАРІЙНА БЕЗПЕКА | 72 |
| 5.1 Аналіз виробничих умов | 72 |
| 5.2 Створення безпечних, нешкідливих умов праці | 75 |
| 5.3 Спеціальний розрахунок | 88 |
| ВИСНОВКИ | 90 |
| Перелік літературних посилань | 91 |
| Додатки | 94 |

ВСТУП

В існуючій економічній ситуації, наявності ринкових відносин, конкуренції, підприємство має можливість функціонувати лише в тому випадку, якщо продукція, що випускається, успішно реалізується, користується попитом.

З переходом від великих підприємств до малих, власних підприємств з невеликою програмою випуску продукції з дуже частими перебудовами на випуск іншої продукції, виникає і необхідність появи нових фахівців, які можуть працювати в умовах одиничного виробництва.

Одною із успішних умов функціонування і розвитку машинобудівного підприємства в існуючих економічних умовах є здатність швидкого переходу на випуск нових видів продукції. Для цього необхідно перед усім оптимізувати проектні роботи, приділивши особливу увагу підвищенню ефективності праці конструкторів і технологів.

Вміння розробити технологічний процес, який підтверджувався б економічними розрахунками на основі одержаних теоретичних знань, проявляється при розробці дипломного проекту майбутнім фахівцем, а дипломне проектування є заключним етапом навчання і має велике значення в загальному процесі підготовки фахівців. При дипломному проектуванні велику увагу приділяють самостійні творчості студента з метою розвитку його ініціативи в вирішенні складних інженерних і організаційних задач.

Використання верстатів з ЧПК – концентрація декількох операцій на одному верстаті для послідовної обробки декількох поверхонь кількома інструментами, використання пристроїв на верстатах з ЧПК веде до зниження собівартості продукції, підвищення механізації та автоматизації виробничого процесу, вивільнення трудових ресурсів.

1 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

1.1 Аналіз конструкції деталі та вимоги до її виготовлення

Дана деталь – куліса входить у пристосування для різання арматурної сталі вузол “Куліса у зборі”. Куліса пов’язана через вкладку з ексцентриковим валом і здійснює коливальний рух, завдяки чому здійснюється різання арматурної сталі. Вкладиш у зборі вставляється у складний за формою отвір куліси 195Н9, а в отвір Ø70 Н9 вставляється вісь гойдання. Поверхні кишені $B = 24$ мм, 2 паза $B = 12$ мм та різьбові отвори призначені для кріплення рухомого ножа.

У технічних вимогах виготовлення деталі вказуються допуски на взаємне розташування поверхонь: неперпендикулярність осі отвору “В” щодо поверхні “Е” 0,1 мм та неперпендикулярність поверхонь “Г” та “Д” щодо поверхні “Е” не більше 0,1 мм.

Куліса виготовляється із сталі 45 (ДСТУ 7749:2015). Хімічні та фізичні властивості сталі наведені нижче в табл.1.1–1.6 [1].

Таблиця 1.1 – Масова частка елементів, %

| С | N ₁ | Mn | Si | Cr | Cu | V | S | P |
|------|----------------|---------|-----------|------|-----|---------|-----------|---|
| | | | | | | | Не більше | |
| 0,42 | 0,5 | 0,5–0,8 | 0,17–0,37 | 0,25 | 0,3 | 0,9–1,2 | 0,045 | |

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі

| Температура, °С | | σ_{τ} | σ_B | δ_{τ} | ψ | КСИ, дж/см ² | НВ, не більше |
|-----------------|--|-----------------|------------|-----------------|--------|----------------------------|---------------------|
| нормалізації | Відпустки з охладженням на повітрі | МПа | | % | | | |
| | | не більше | | | | | |
| 860 | – | 350 | 600 | 16 | 40 | 49 | 197 |

Таблиця 1.3 – Опір повзучості сталі

| Стан | Характеристика повзучості | $\sigma_{i\bar{\epsilon}}$, МПа при температурі | | | |
|---------------|---------------------------|--|------|------|------|
| | | 400 | 450 | 500 | 550 |
| Після відпалу | $\frac{\sigma_1}{10000}$ | 111 | 74,5 | 40 | 23,5 |
| | $\frac{\sigma_1}{100000}$ | 81 | 43 | 27,4 | 17,6 |

Таблиця 1.4 – Межа витривалості сталі

| σ_{-1} , МПа | δ_{σ} , МПа | σ_B , МПа | δ_{σ} , % |
|---------------------|-------------------------|------------------|-----------------------|
| 330 | 466 | 673 | 25 |

Таблиця 1.5 – Технологічні властивості сталі

| Температура кінця кування, °С | Критичний діаметр прожарювання | | Спосіб зварювання | Оброблюваність різанням | |
|-------------------------------|--------------------------------|--------|--------------------------------|-------------------------|-----|
| | у воді | в олії | | K_V | НВ |
| 750 | 18–35 | 5–12 | Ручна дугова, контактна зварка | 1/1 | 190 |

1.2 Відпрацювання конструкції деталі на технологічність

Відпрацювання конструкції деталі на технологічність полягає в якісній та кількісній оцінці технологічності.

Якісна оцінка

Куліса відноситься до типу деталей плоскої коробчастої форми. Жорсткість деталі є достатньою та не обмежить режими різання. Конструкція

деталі допускає обробку деталі напрохід, але обробити паз $B = 24$ мм напрохід неможливо, тому що він є закритим. Форма отвору $\varnothing 70$ Н9 дозволяє обробити його напрохід. До всіх поверхонь, що обробляються є вільний доступ різального інструменту. У конструкції деталі відсутні площини, розташовані під тупим або гострим кутом, а також відсутні отвори, розташовані не під прямим кутом до площини входу та виходу.

Конструкція деталі має достатні за розмірами та відстанню базові поверхні. Найбільший квалитет точності поверхонь, що обробляються – 7, що дозволяє обробити деталь на верстатах економічно досяжної точності. Найвищий параметр шорсткості – $Ra 1,6$, що вимагає оздоблювального методу обробки – шліфування.

Кількісна оцінка

Маса деталі 25,6 кг.

Марка матеріалу – ДСТУ 7749:2015

Заготівля – листовий прокат.

Маса заготівлі за базовим варіантом 30,7 кг;

за проектним варіантом 28,6 кг.

Трудомісткість механічної обробки за базовим варіантом 118,8 хв;

за проектним варіантом 69,75 хв.

| | | | | |
|---------------------------|------------|-----------------|----|------|
| (Ø70 H9) | | | | |
| Фаска 8 (1×45°) | 2 | 2 | 14 | 12,5 |
| Отвір 9 (196 H9) | 1 | - | 9 | 1,6 |
| Торець 10 (1 = 145 мм) | 1 | 1 | 14 | 6,3 |
| Паз 11 (B=24 мм) | 1 | – | 11 | 3,2 |
| Фаска 12 (1×45°) | 2 | 2 | 14 | 12,5 |
| Разом | $Q_y = 16$ | $Q_{o.y.} = 11$ | | |

До основних показників технологічності належать:

Абсолютний техніко–економічний показник – трудомісткість виготовлення деталей.

Рівень технологічності конструкції з трудомісткості:

$$K_{o.o.} = \frac{\dot{O}_r}{\dot{O}_{a.o.}}, \quad (1.1)$$

де \dot{O}_r – трудомісткість за базовим техпроцесом;

$\dot{O}_{a.o.}$ – трудомісткість проектного техпроцесу.

$$K_{o.o.} = \frac{69,75}{1188_{a.o.}} = 0,58.$$

Деталь за цим показником технологічна, оскільки трудомісткість її порівняно з базовим аналогом менше на 42 %.

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$\hat{E}\hat{A}\hat{I} = \frac{m_{\hat{a}\hat{a}\hat{o}}}{m_{\hat{c}\hat{a}\hat{a}}}, \quad (1.2)$$

де $m_{\hat{a}\hat{a}\hat{o}}$ – маса деталі, кг;

$m_{\hat{c}\hat{a}\hat{a}}$ – маса заготівлі, кг.

$$\hat{E}\hat{A}\hat{I} = \frac{25,6}{30,7} = 0,83.$$

Для вихідної заготівлі даного типу показник свідчить про задовільне використання матеріалу.

Додаткові показники:

Коефіцієнт уніфікації:

$$K_{\hat{o},\hat{y}} = \frac{Q_{\hat{o},\hat{y}}}{Q_{\hat{y}}}, \quad (1.3)$$

де $Q_{\hat{o},\hat{y}}$ – кількість уніфікованих елементів;

$Q_{\hat{y}}$ – загальна кількість елементів деталі;

$$K_{\hat{o},\hat{y}} = \frac{11}{16} = 0,7.$$

За цим показником деталь технологічна, оскільки $K_{\hat{o},\hat{y}} \Rightarrow 0,6$.

Коефіцієнт точності обробки:

$$K_{T,\hat{E}} = 1 - \frac{1}{A_{\hat{n}\hat{o}}}, \quad (1.4)$$

де $A_{\hat{n}\hat{o}}$ – середній квалітет точності.

$$A_{\tilde{\sigma}} = \frac{(n_1 + 2n_2 + \dots + 19n_{19})}{\sum n}, \quad (1.5)$$

тут 1, 2, 3, ... 19 – квалітети точності;

n_1, n_2, \dots, n_{19} – кількість поверхонь відповідного квалітету.

$$A_{\tilde{\sigma}} = \frac{7 \cdot 2 + 9 \cdot 2 + 11 \cdot 3 + 14 \cdot 8}{16} = 10,2,$$

$$K_{T.\dot{E}.} = 1 - \frac{1}{10,2} = 0,9.$$

Оскільки $K_{T.\dot{E}.} > 0,8$, то деталь за цим показником технологічна.

Коефіцієнт шорсткості:

$$K_{\sigma} = \frac{1}{\dot{A}_{\tilde{\sigma}}}, \quad (1.6)$$

де $\dot{A}_{\tilde{\sigma}}$ – середня шорсткість;

$$\dot{A}_{\tilde{\sigma}} = \frac{100 \cdot n_1 + 50 \cdot n_2 + \dots + 0,0125n_{14}}{\sum n}, \quad (1.7)$$

тут 100, 50, ... 0,0125 – параметри шорсткості;

n_1, n_2, \dots, n_{14} – кількість поверхонь, що мають шорсткість, відповідного даного числового значення параметра шорсткості.

$$\dot{A}_{\tilde{\sigma}} = \frac{1,6 \cdot 3 + 3,2 \cdot 4 + 6,3 \cdot 3 + 12,5 \cdot 6}{16} = 6,97.$$

$$K_{\theta} = \frac{1}{6,96} = 0,14.$$

Так як $K_{\theta} < 0,32$, то за цим показником деталь є технологічною.

1.3 Визначення типу виробництва та форми організації техпроцесу

Таблиця 1.7 – Базовий маршрут виготовлення деталі “Куліса”

| № операції | Найменування операції | $T_{\theta \dot{I}} \cdot \dot{I} \cdot \dot{a} \dot{n}$ |
|------------|-----------------------|--|
| 005 | Фрезерна | 0,22 |
| 010 | Шліфувальна | 0,32 |
| 015 | Розточна | 0,63 |
| 020 | Фрезерна з ЧПУ | 0,51 |
| 025 | Фрезерна | 0,15 |
| 030 | Свердлильна | 0,15 |

Коефіцієнт закріплення операції:

$$K_{\zeta.i.} = \frac{\sum \dot{I}_i}{D_y} = \frac{12 \cdot \dot{O} \cdot K_B \cdot \sum \dot{I}_i}{N \cdot \sum t_i}, \quad (1.8)$$

де $\sum \dot{I}_i$ – сумарна кількість різних операцій;

D_y – явна кількість робочих підрозділів, що виконують різні операції;

Φ – місячний фонд робітника при роботі в 1 зміну:

$$\Phi = 178 \text{ год.};$$

K_B – коефіцієнт виконання норм;

$$K_B = 1,3;$$

N – річний обсяг випуску деталей;

$$N = 1000 \text{ шт.};$$

$\sum t_i$ – сумарна трудомісткість основних операцій, н×год.

$$K_{\zeta.i.} = \frac{12 \cdot 176 \cdot 13 \cdot 6}{1000 \cdot 1,98} = 8,32.$$

Тип виробництва – великосерійний.

Заданий добовий випуск виробів N_c та добова продуктивність потокової лінії Q :

$$N_c = \frac{N}{254}, \quad (1.9)$$

$$Q = \frac{\hat{O}_{\tilde{n}}}{\hat{O}_{\tilde{n}\delta}} \cdot \eta_3, \quad (1.10)$$

де 254 – кількість робочих днів на рік;

$\hat{O}_{\tilde{n}}$ – добовий дійсний фонд часу роботи обладнання;

$\hat{O}_{\tilde{n}} = 952$ хв. – при двозмінному режимі роботи;

$\hat{O}_{\tilde{n}\delta}$ – середня трудомісткість основних операцій, хв.;

$$\hat{O}_{\tilde{n}\delta} = \frac{1_{\varnothing \delta}}{n_0 \cdot K_B} = \frac{1188}{6 \cdot 13} = 15,23 \text{ хв.};$$

η_3 – коефіцієнт завантаження обладнання;

$\eta_3 = 0,75$ – при великосерійному виробництві.

$$N_c = \frac{1000}{254} = 3,94,$$

$$Q = \frac{952}{15,23} \cdot 0,75 = 46,88.$$

Форма організації виробництва – групова.

Кількість деталей у партії для одночасного запуску:

$$n = \frac{N \cdot a}{254}, \quad (1.11)$$

де a – періодичність запуску днями (3, 6, 12, 24 дня)

$$n = \frac{1000 \cdot 12}{254} = 47,2 \text{ шт.}$$

Розрахункова кількість змін:

$$C_p = \frac{T_{cp} \cdot n}{476 \cdot \eta_3}, \quad (1.12)$$

де 476 – дійсний фонд часу роботи обладнання за зміну.

$$C_p = \frac{15,23 \cdot 47,2}{476 \cdot 0,75} = 2,01.$$

Приймаю число змін $C_{i\delta} = 2$

$$n_{cp} = \frac{476 \cdot 0,75 \cdot 2}{15,23} = 46,88 \text{ шт.}$$

Приймаємо кількість деталей у партії запуску $n = 47$ шт.

1.4 Аналіз існуючого технологічного процесу

У представленому базовому техпроцесі першої операції – фрезерної обробляється поверхня 1 у розмір $56_{-0,2}$, база – поверхня 2, яка є чорновий.

На наступній операції – шліфувальній обробляються поверхні 1 і 2 остаточно з переустановкою розміром 55d11. Потім на третьої операції – розточної ведеться обробка отвору 7 ($\text{Ø}70\text{H}9$), фасок 8 ($1 \times 45^\circ$) та торця 10 у розмір $180 \pm 0,5$. Ці поверхні будуть чистими базами для обробки деталей на наступних операціях. Потім ведеться обробка отвору 9 ($195\text{H}9$) та поверхонь кишені 3, 4, 11 начорно та начисто за 1 установ, витримуючи розміри $144 \pm 0,15$; $5,7 \pm 0,1$; $110^{+0,87}$. Далі ведеться обробка 2-х пазів 6 В = 12 мм на п'ятій операції, і на останній операції ведеться обробка отворів кріплення М8–7Н.

При обробці цієї деталі застосовуються як універсальні верстати, наприклад, плоскошліфувальний верстат 3Д725, радіально–свердлильний верстат 2М55 і фрезерний двошпindelний верстат FW–400, так і верстати з ЧПУ – фрезерні верстати 65А60Ф1 і ПФ2171, а також координатно–розточувальної 2А620Ф1.

Як пристосування застосовуються універсальні пристосування (операція 015), УСП (операція 025), тиски верстатні (операція 005, 030) та спеціальні пристрої. Як ріжучий інструмент застосовуються фрези кінцеві (стандартні та спеціальні), торцева фреза $\text{Ø}200$ мм; свердла різних діаметрів, розточувальні різці, зенковка та мітчик. Для оздоблювальної обробки застосовується шліфувальне коло.

При контролі деталі використовуються як стандартні інструменти (наприклад, штангенінструмент, глибиномір, калібри – пробки гладкі та різьбова калібр (пробка), так і спеціальні контрольні пристрої.

Розряд виконуваних робіт – 2 та 3. При нормуванні операцій використовуються технічно обґрунтовані норми часу.

Пропоную внести такі зміни до технологічного процесу:

- 1) на першій фрезерній операції фрезерувати поверхні 1 та 2 з перевстановленням;
- 2) на шліфувальній операції обробляти лише поверхню 1;
- 3) обробку пазів 6 і 5 отворів вести на одному верстаті 2Е460А.

1.5 Вибір заготівлі та методу її виготовлення

Методи виконання заготовок для деталей машин визначаються призначенням та конструкцією, матеріалом, технічними вимогами, масштабом та серійністю випуску, а також економічністю виготовлення. Вибрати заготівлю – це означає встановити спосіб її отримання, намітити припуски на обробку кожної поверхні, визначити розміри та вказати допуски на точність виготовлення.

Для цієї деталі доцільно прийняти заготівлю з гарячекатаного листового прокату. Листовий прокат зі сталі та кольорових металів використовують у різних галузях промисловості. При прокатуванні товстих листів сталевий злиток масою до 45 т у гарячому стані прокочують на великому обтискному універсальному стані – слябінгу чи блюмінгу. Сляб прокочують (після другого нагріву) в товстий лист здебільшого на станах з двома робочими клітинами, які розташовані один за одним. Перед чорною кліткою збивають окалину, чистова кліть кварто має робочі валки меншого діаметру, ніж чорновий. Після прокатки листи правлять та обрізають на задані розміри.

Контур деталі з аркуша стандартних розмірів вирізають за допомогою машинного газового ацетиленокисневого різання (точність різання $\pm 1 \dots \pm 2$ мм).

Основною перевагою листового прокату є його відносно невелика вартість у порівнянні з іншими видами заготівель, а недолік – великі припуски на вирізку заготівлі.

1.6 Визначення операційних припусків, розмірів та допусків заготівлі

На отвір $\text{Ø}70\text{H}9$ розрахунок припусків, допусків та між операційних розмірів ведемо аналітичним способом. Аналітичний метод дозволяє врахувати шорсткість поверхні, нерівності заготівлі та похибка її установки на операції.

Таблиця 1.8 – Розрахунок припусків, допусків міжопераційних розмірів аналітичним методом на отвір Ø70Н9

| Вид заготівлі технологічної операції | Точність заготівлі та обробленої | Допуск на розмір, мм | Елементи припуску, мм | | | | Проміжні очні розміри, мм | | Проміжні очні припуск, мм | |
|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------|-----------------------|-----|----------|--------------|---------------------------|------------|---------------------------|-------------|
| | | | R_z | T | ρ_0 | ϵ_y | D_{\max} | D_{\min} | $2Z_{\max}$ | $2Z_{\min}$ |
| Заготівля | | ± 3 | 150 | 250 | 1570 | | 66 | 60 | | |
| Розточування чорнове Н11 | Н11 | 0,19 | 50 | 50 | 90,4 | 167,8 | 69,5 | 69,4 | 9,6 | 3,8 |
| Розточування чистове Н9 | Н9 | 0,074 | 20 | 25 | - | 167,8 | 70,074 | 70 | 0,7 | 0,58 |

1) Визначаємо якість поверхні: [13, табл. 4, с. 181]

для заготівлі $R_z = 150$ мкм; $T = 250$ мкм;

для чорнового розточування $R_z = 50$ мкм; $T = 50$ мкм;

для чистового розточування $R_z = 20$ мкм; $T = 25$ мкм.

2) Визначаємо просторові відхилення ρ_0 :

$$\rho_0 = \sqrt{\rho_k^2 + \rho_l^2}, \quad (1.13)$$

де ρ_k – величина кривизни заготівлі;

$$\rho_k = \Delta_k \cdot l, \quad (1.14)$$

де Δ_k – питома кривизна заготівлі із прокату;

$$\Delta_k = 0,45 \text{ мкм [13, табл. 6, с. 182];}$$

l – довжина заготівлі;

$$\rho_k = 0,45 \cdot 365 = 146 \text{ мкм};$$

ρ_I – величина усунення поверхонь заготівлі, мкм;

$$\rho_I = 0,25 \cdot \sqrt{\delta_3 + 1} = 0,25 \cdot \sqrt{6^2 + 1} = 1,5 \text{ і } = 1500 \text{ і } \text{è} \text{ ;}$$

$$\rho_I = \sqrt{146^2 + 1500^2} = 1507 \text{ мкм.}$$

Величину залишкових загальних просторових відхилень після виконання чорнової обробки знаходимо за формулою:

$$\rho_{\text{çàë.}} = k \cdot \rho_{\text{çàä}}, \quad (1.15)$$

де $k = 0,06$ – для чорнової обробки [13, с. 174];

$$\rho_{\text{çàë.}} = 0,06 \cdot 1507 = 90,42 \text{ мкм.}$$

3) Визначаємо похибку встановлення на операціях:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\text{á}}^2 + \varepsilon_{\text{çàëä.}}^2}. \quad (1.16)$$

Похибка базування на пальці дорівнює:

$$\varepsilon_{\text{á}} = 163 \text{ мкм,}$$

$$\varepsilon_{\text{çàëä.}} = 40 \text{ мкм [13, с. 82].}$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{163^2 + 40^2} = 167,8 \text{ мкм.}$$

4) Визначаємо розрахункові величини припусків з усіх технологічних переходів:

$$2z_{i\text{min}} = 2 \cdot (R_{zi-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}), \quad (1.17)$$

де R_{zi-1} – висота нерівностей профілю на попередньому переході;

T_{i-1} – глибина дефектного поверхневого шару на попередньому переході;

ρ_{i-1} – сумарне значення просторових відхилень на попередньому переході;

ε_{yi} – похибка установки заготівлі на переході.

$$2z_{i\max} = 2z_{i\min} + \delta_3 - \delta_p, \quad (1.18)$$

$$2z_{\min}^{\pm \varepsilon \tilde{n} \delta \cdot \delta i \varphi \delta} = 2 \cdot (50 + 50 + \sqrt{90,42^2 + 167,8^2}) = 581,2 \text{ мм} = 0,58 \text{ м},$$

$$2z_{\max}^{\pm \varepsilon \tilde{n} \delta \cdot \delta i \varphi \delta} = 581 + 190 - 74 = 697 \text{ мм} = 0,69 \text{ м},$$

$$2z_{\min}^{\pm i \delta i \cdot \delta i \varphi \delta} = 2 \cdot (150 + 250 + \sqrt{1507^2 + 167,8^2}) = 3832,6 \text{ мм} = 3,8 \text{ м},$$

$$2z_{\max}^{\pm i \delta i \cdot \delta i \varphi \delta} = 3,8 + 6 - 0,19 = 9,61 \text{ м}.$$

5) Проміжні розміри:

$$D_{\min}^{\pm \varepsilon \tilde{n} \delta \cdot \delta i \varphi \delta} = 70 \text{ мм},$$

$$D_{\max}^{\pm \varepsilon \tilde{n} \delta \cdot \delta i \varphi \delta} = 70,074 \text{ мм},$$

$$D_{\min}^{\pm i \delta i \cdot \delta i \varphi \delta} = D_{\max}^{\pm \varepsilon \tilde{n} \delta \cdot \delta i \varphi \delta} - 2z_{\max}^{\pm \varepsilon \tilde{n} \delta \cdot \delta i \varphi \delta} = 70,074 - 0,7 = 69,37 \text{ мм},$$

$$D_{\max}^{\pm i \delta i \cdot \delta i \varphi \delta} = D_{\min}^{\pm \varepsilon \tilde{n} \delta \cdot \delta i \varphi \delta} - 2z_{\min}^{\pm \varepsilon \tilde{n} \delta \cdot \delta i \varphi \delta} = 70 - 0,58 = 69,42 \text{ мм},$$

$$D_{\min}^{\varphi \tilde{a} \tilde{a}} = D_{\max}^{\pm i \delta i \cdot \delta i \varphi \delta} - 2z_{\max}^{\pm i \delta i \cdot \delta i \varphi \delta} = 69,37 - 9,6 = 59,77 = 60 \text{ мм},$$

$$D_{\max}^{\varphi \tilde{a} \tilde{a}} = D_{\min}^{\pm i \delta i \cdot \delta i \varphi \delta} - 2z_{\min}^{\pm i \delta i \cdot \delta i \varphi \delta} = 69,37 - 3,8 = 65,57 = 66 \text{ мм}.$$

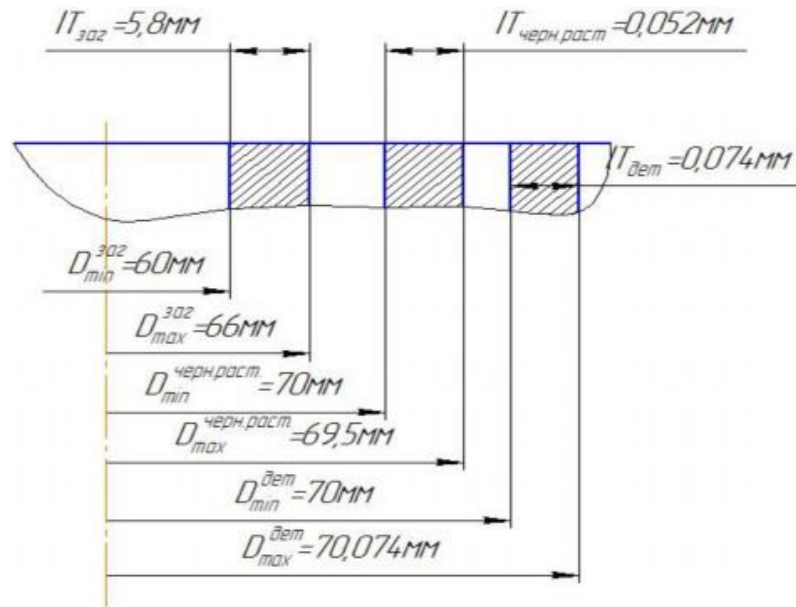


Рисунок 1.2 – Схема розташування припусків, допусків та між операційних розмірів для отвору $\varnothing 70H9$

На решту поверхні розрахунок припусків ведемо табличним способом.

Таблиця 1.9 – Розрахунок припусків, допусків та міжопераційних розмірів на розмір 195H9

| Послідовність обробки поверхні | Точність заготівлі та поверхні | Допуск на розмір, мм | Операційний припуск, мм | Операційний розмір, мм |
|--------------------------------|--------------------------------|----------------------|-------------------------|------------------------|
| Чистове контурне фрезерування | H9 | 0,1 | $z_2 = 1,4$ | 195 |
| Чорне контурне фрезерування | H11 | 0,25 | $z_1 = 4,1$ | 192,2 |
| Заготівля | | ± 3 | | 184 |

Таблиця 1.10 – Розрахунок припусків, допусків та міжопераційних розмірів на розмір 220

| Послідовність обробки поверхні | Точність заготівлі та поверхні | Допуск на розмір, мм | Операційний припуск, мм | Операційний розмір, мм |
|--------------------------------|--------------------------------|----------------------|-------------------------|------------------------|
| Фрезерування одноразове | $\pm \frac{IT14}{2}$ | $\pm 0,575$ | $z = 3$ | $L = 220$ |
| Заготівля | | ± 3 | | $L_3 = 223$ |

Таблиця 1.11 – Розрахунок припусків, допусків та міжопераційних розмірів на розмір 55d11

| Послідовність обробки поверхні | Точність заготівлі та поверхні | Допуск на розмір, мм | Операційний припуск, мм | Операційний розмір, мм |
|----------------------------------|--------------------------------|----------------------|-------------------------|------------------------|
| Одноразове шліфування поверхні 1 | D11 | 0,19 | $z_2 = 0,4$ | 55 |
| Фрезерування поверхонь 1 та 2 | h14 | 0,78 | $2z_1 = 4,6$ | 55,4 |
| Заготівля | | | | 60 |

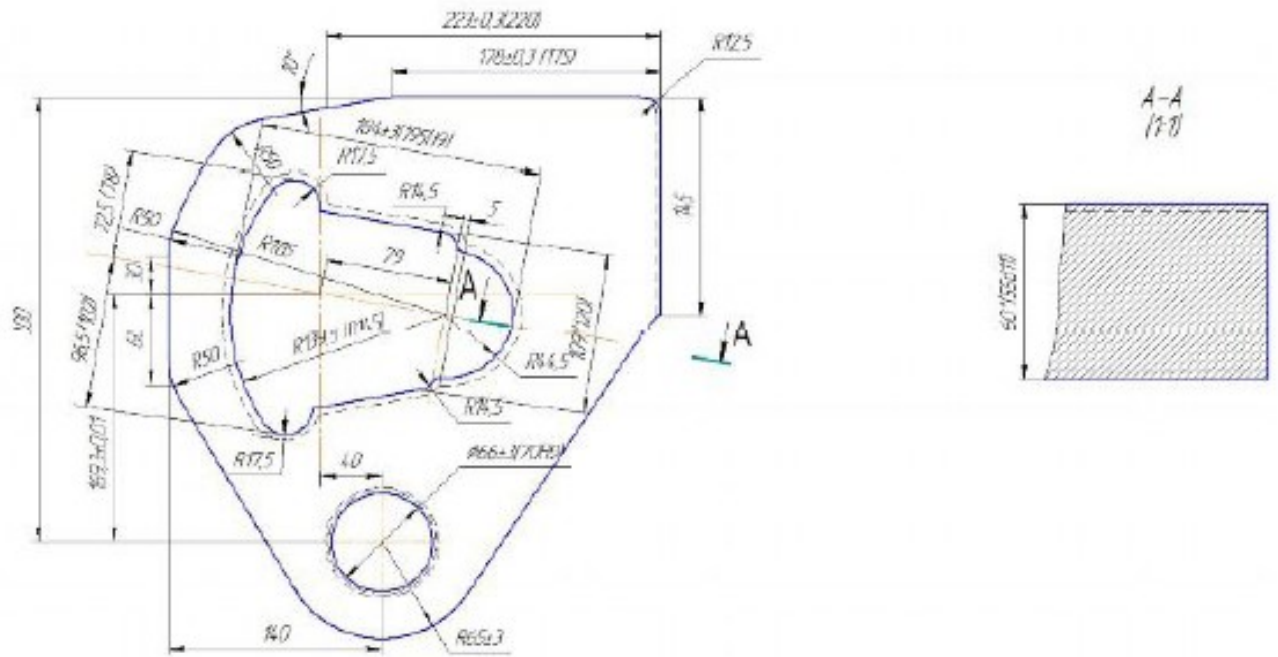


Рисунок 1.3 – Заготівля

1.7 Техніко–економічна оцінка вибору заготівлі

1) Розраховуємо масу отриманої заготівлі:

$$m_{\zeta} = V_{\zeta} \cdot \rho, \quad (1.19)$$

де V_{ζ} – обсяг заготівлі;

ρ – щільність матеріалу заготівлі;

$$V_{\zeta} = 3643665,6 \text{ і } \text{і}^2;$$

$$\rho = 0,00785 \text{ г/см}^3;$$

$$m_3 = 3643665,6 \cdot 0,00785 = 28602,7 \text{ ã} = 28,6 \text{ кг.}$$

2) Коефіцієнт використання матеріалу:

$$\hat{E}\hat{A}\hat{I} = \frac{m_{\text{ãã.}}}{m_{\text{çãã.}}} \quad (1.20)$$

за базовим варіантом: $\hat{E}\hat{A}\hat{I} = \frac{25,6}{30,7} = 0,83;$

за проектним варіантом: $\hat{E}\hat{A}\hat{I} = \frac{25,6}{28,6} = 0,89.$

3) Собівартість заготівлі:

$$\tilde{N}_{\text{çää}} = m_{\text{çää}} \cdot \tilde{N}_{1\text{ò.ç}} / 1000 - m_{I\text{ö}} \cdot \tilde{N}_{1\text{ò.I}} / 1000, \quad (1.21)$$

де $\tilde{N}_{1\text{ò.ç}}$ – вартість 1 т заготівлі;

$$\tilde{N}_{1\text{ò.ç}} = 14500 \text{ грн./т};$$

$\tilde{N}_{1\text{ò.I}}$ – Вартість 1 т відходів;

$$\tilde{N}_{1\text{ò.I}} = 3200 \text{ грн./т};$$

за базовим варіантом:

$$\tilde{N}_{\text{çää}} = 30,7 \cdot 14500 / 1000 - (30,7 - 25,6) \cdot 3200 / 1000 = 428,83 \text{ грн.}$$

за проектним варіантом:

$$\tilde{N}_{\text{çää}} = 28,6 \cdot 14500 / 1000 - (28,6 - 25,6) \cdot 3200 / 1000 = 401,5 \text{ грн.}$$

Таблиця 1.12 – Характеристика заготівлі

| № п/п | Найменування параметра | Базовий варіант | Проектний варіант |
|----------|-----------------------------------|---|--|
| 1 | Вид заготівлі | Прокат листовий $t = 60$ мм, машинна газова вирізка | Прокат листовий $t = 60$ мм, машинна газова вирізка |
| 2 | Клас точності | В | В |
| 3 | Група складності | I | I |
| 4 | Маса заготівлі | 30,7 | 28,6 |
| 5 | Коефіцієнт використання металу | 0,83 | 0,89 |

| | | | |
|---|------------------------------|--------|-------|
| 6 | Вартість 1т заготівлі, грн. | 14500 | 14500 |
| 7 | Вартість 1т відходів, грн. | 3200 | 3200 |
| 8 | Собівартість заготівлі, грн. | 428,83 | 401,5 |

Економічний ефект від застосування проектного варіанту заготівлі собівартості:

$$\dot{A}_{\tilde{n}} = (\tilde{N}_a - \tilde{N}_{i\delta}) \cdot N = (428,83 - 401,5) \cdot 1000 = 27330 \text{ грн.}$$

за масою:

$$\dot{A}_m = (m_a - m_{i\delta}) \cdot N = (30,7 - 28,6) \cdot 1000 = 2100 \text{ кг.}$$

Висновок: на підставі наведених розрахунків приймаємо проектний варіант заготівлі.

1.8 Проектування технологічного маршруту обробки

1.8.1 Вибір технологічних баз та послідовності обробки

На першій технологічній операції необхідно обробити поверхні, які будуть базовими на інших операціях. На цій операції обробляються поверхні 1 та 2 з переустановкою. На другій операції здійснюється обробна обробка поверхні 1 (шліфування), база – поверхня 2. Потім обробляється отвір Ø70Н9 і поверхню 10 на одній операції, бази – поверхня 1 і отвір 9.

Обробка отвору 9 за контуром ведеться при базуванні деталі на поверхні 1, отвору 7 та торцю 10. Обробку поверхонь кишені доцільно вести цієї ж операції без переустановки.

В останню чергу обробляються 2 пази 6 і 2 отвори 5 кріпильних. як бази використовуються торець 10, поверхня 1 і отвір 7.

1.8.2 Вибір методів та кількості необхідних переходів обробки поверхонь деталі

Обробка поверхні 1:

1) Одноразове фрезерування розміром $57,7_{(0,74)}$, Ra 3,2; [13, с. 94].

2) Одноразове шліфування розміром $d11(-0,10)$, Ra 1,6.

Обробка поверхні 2:

1) Одноразове фрезерування у розмір $55,4_{(0,74)}$, Ra 3,2.

Обробка поверхні 10:

1) Одноразове фрезерування розміром $220 \pm 0,75$ мм, Ra 6,3.

Обробка отвору 7: [13, с.11]

1) Чорне розточування до $\varnothing 65,9H11^{(+0,19)}$, Ra 6,3.

2) Чистове розточування до $\varnothing 70H9^{(+0,074)}$, Ra 1,6.

Обробка отвору 9:

1) Чорне фрезерування за контуром у розмір $192,2H11^{(+0,25)}$, Ra 12,5.

2) Чистове фрезерування по контуру розміром $195H9^{(+0,1)}$, Ra 1,6.

Обробка поверхонь 3, 4, 11:

1) Чорне фрезерування поверхонь, Ra 12,5;

2) Чистове фрезерування поверхонь у розмір $110 \times 36 \times 18$, Ra 3,2.

1.8.3 Формування маршруту виготовлення деталі та вибір коштів технологічного обладнання

Вихідними даними є загальна послідовність обробки деталі, намічена з урахуванням обраних технологічних баз та кількості переходів та прийняті методи обробки всіх поверхонь деталі. Результати зведені в табл. 1.13.

Таблиця 1.13 – Маршрут обробки деталі – куліса за проектним варіантом

| № операції | Найменування і зміст операції | Ескіз та схема базування деталі | Обладнання |
|------------|---|---------------------------------|------------|
| 005 | Фрезерна з ЧПУ. Фрезерувати поверхн. 1 і 2 з перестановкою | | 6550Ф3 |
| 010 | Плоскошліфувальна. Шліфувати поверхн. 1 | | 3Д725 |
| 015 | Розточувальна з ЧПУ. 1. Розточити начорно отвір 7. 2. Розточити начисто отвір 7. 3. Розточити 2 фаски 8. 4. Фрезерувати поверхн. 10 | | 2А620Ф1 |

| | | |
|----------|---|--|
| | 2 | 392801 Втулка перехідна ДСТУ 2754-98 |
| 020, 025 | 1 | 392801 Патрон свердлильний ДСТУ 2754-98 |
| 025 | 1 | 392801 Патрон запобіжний для нарізування різьблення, спеціальний |

1.9 Розрахунок оптимальних режимів різання

Розрахунок оптимальних режимів різання на кожну операцію ведеться аналітичним (на один перехід) та табличним способом (на інші переходи).

Характеристики обладнання, що застосовується, зведені в додатку А.

Операція 005 Фрезерна з ЧПУ

Обладнання: Вертикально–фрезерний верстат з ЧПУ 6550Ф3

1) Установ А: Фрезерувати поверх. 1.

2) Установ Б: Фрезерувати поверх. 2.

Установ А: Фрезерувати поверх. 1.

1. Вибір різального інструменту:

Фреза торцева Ø160 мм Т5К10 ДСТУ 2233-93 ІНСТРУМЕНТИ РІЗАЛЬНІ [3].

2. Глибина фрезерування та ширина фрезерування:

$$t = 2,3 \text{ мм};$$

$$B = 110 \text{ мм}.$$

3. Подача на зуб:

$$S_z = 0,15 \text{ мм/зуб} \text{ [3]}.$$

4. Швидкість різання:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} K_v, \quad (1.22)$$

де $C_v = 332$; $q = 0,2$; $x = 0,1$; $y = 0,4$; $u = 0,2$; $p = 0$; $m = 0,2$ [4, табл. 39, с. 286].

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{mv} \cdot K_{uv}, \quad (1.23)$$

тут $K_{mv} = K_i \cdot \left(\frac{750}{\sigma_z}\right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{600}\right)^1 = 1,25$; [4, табл. 1, с. 261]

$$K_{mv} = 0,9; \quad [4, \text{табл. 5, с. 263}]$$

$$K_{uv} = 0,65; \quad [4, \text{табл. 6, с. 263}]$$

$$K_v = 1,25 \cdot 0,9 \cdot 0,65 = 0,73;$$

T – стійкість фрези, хв.;

$$T = 200 \text{ хв.}; \quad [4, \text{табл. 40, с. 290}]$$

z – число зубів фрези;

$$z = 10.$$

$$V = \frac{332 \cdot 160^{0,2}}{200^{0,2} \cdot 2,3^{0,1} \cdot 0,15^{0,4} \cdot 110^{0,2} \cdot 10} \cdot 0,73 = 177,9 \text{ м/хв.}$$

5. Число оборотів фрези:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}, \quad (1.24)$$

де D – діаметр фрези.

$$n = \frac{1000 \cdot 177,9}{3,14 \cdot 160} = 353,9 \text{ об/хв.}$$

уточняємо за паспортними даними верстата: $n_y = 300$ об/хв.

6. Справжня швидкість різання:

$$V_{\dot{A}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 160 \cdot 300}{1000} = 150,8 \text{ м/хв.}$$

7. Сила різання:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{iD}, \quad (1.25)$$

де $C_p = 825$; $x = 1$; $y = 0,75$; $u = 1,1$; $q = 1,3$; $0,2$; [4, табл. 41, с. 291]

$$K_{iD} = \left(\frac{\sigma_z}{750} \right)^n = \left(\frac{600}{750} \right)^{0,3} = 0,93; \quad [4, \text{табл. 9, с. 264}]$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 2,3^1 \cdot 0,15^{0,7} \cdot 110^{1,1} \cdot 10}{160^{1,2} \cdot 300^{0,2}} \cdot 0,93 = 3586,6 \text{ Н.}$$

8. Крутний момент, що виникає при фрезеруванні:

$$M_{\dot{\delta}} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{3586,6 \cdot 160}{200} = 2869,3 \text{ іі.}$$

9. Потужність різання (ефективна):

$$N_{\dot{a}} = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{3586,6 \cdot 150,8}{1020 \cdot 60} = 8 \text{ вт} < N_{\dot{N}0}.$$

10. Основний (машинний) час:

$$T_0 = \frac{L}{S_{\min}} \cdot i, \quad (1.26)$$

де L – довжина робочого ходу, мм;

$$L = 986,9 \text{ мм;}$$

S_{\min} – хвилинна подача;

$$S_{\min} = S_z \cdot z \cdot n = 0,15 \cdot 10 \cdot 300 = 450 \text{ мм/хв.};$$

i – число проходів;

$$T_0 = \frac{986,9}{450} \cdot 1 = 2,19 \text{ хв.}$$

Для фрезерування поверх. 2 призначаємо ті самі режими різання.
Результати розрахунку режимів різання зведено табл. 1.15.

Операція 010 Шліфувальна

Обладнання: Плоскошліфувальний верстат 3Д725.

Шліфувати поверх. 1.

1) Вибір ріжучого інструменту:

Круг ПП 500×305×100 23А 25 СТ1 К1 35 м/с А1 (базовий техпроцес).

2) Припуск на шліфування:

$$h = 0,4 \text{ мм.}$$

3) Швидкість поступального руху заготовки:

$$v'_c = 10 \text{ м/хв.} \quad [4, \text{ табл. 55, с. 302}]$$

4) Частота обертання круга $n = 1470$ об/хв. (за паспортом верстата).

5) Глибина шліфування: $t = 0,04$ мм.

6) Число подвійних ходів столу:

$$i_{\text{дв.ход.}} = \frac{t}{h} = \frac{0,4}{0,04} = 10.$$

7) Поздовжня подача кола:

$$s_A = (0,4 \div 0,7) \cdot B = (0,4 \div 0,7) \cdot 305 = (122 \div 213,5) \text{ мм/дв. ход.};$$

$$s_A = 122 \text{ мм/дв. ход.}$$

8) Потужність, яка потрібна на шліфування:

$$N_e = C_N \cdot v_c^r \cdot t^x \cdot S_A^y \cdot \hat{A}^q, \quad (1.27)$$

де $C_N = 0,68$; $r = 0,6$; $x = 0,6$; $y = 0,5$; $q = 0,5$; [4, табл. 55, с. 302]

B – ширина фрезерування;

$$N_e = 0,68 \cdot 10^{0,6} \cdot 0,04^{0,6} \cdot 122^{0,5} \cdot 110^{0,5} = 4,5 \text{ кВт.}$$

9) Основний час:

$$T_0 = \frac{L \cdot B \cdot h \cdot K}{1000 \cdot v'_\varphi \cdot S_{\bar{A}} \cdot B_k \cdot t} \cdot i, \quad (1.28)$$

де $K = 1,15$ – поправочний коефіцієнт на шліфування;

$L = 375$ мм – довжина обробки;

$$B = B_{\bar{A}} + 0,5 \cdot B_k = 320 + 0,5 \cdot 305 = 472,5 \text{ мм.}$$

$$T_0 = \frac{375 \cdot 472,5 \cdot 0,4 \cdot 1,15}{1000 \cdot 10 \cdot 122 \cdot 305 \cdot 0,04} \cdot 10 = 16,7 \text{ хв.}$$

Операція 015 Розточна з ЧПУ

Обладнання: Горизонтально–розточувальний верстат з ЧПУ 2А620Ф1.

Матеріал деталі - сталь 45, за класифікацією Sandvik Coromant –
низьколегована сталь P2.1.Z.AN.

- 1) Розточити отвір начорно 7.
- 2) Розточити начисто отвір 7.
- 3) Розточити 2 фаски 8.
- 4) Фрезерувати поверх. 10.

1) Розточити отвір 7 на чорно.

1. Вибір різального інструменту:

Різець T-Max R PRGCR 2525M 16, RCMT 16.06 MP-M3 4425

$V=356$ м/хв., $S=0,632$ мм/об., $t=1,9$ мм

11. Основний час:

$$T_0 = \frac{L}{S_{\min}} \cdot i,$$

$$L = l + y + \Delta = 55 + 1,95 + 3 = 59,95 \text{ мм},$$

$$T_0 = \frac{59,95}{280} = 0,2 \text{ хв.}$$

На інші переходи (чистове розточування отвір 7, розточування фасок 8 та фрезерування поверхні 10) покажемо у зведені таблиці.

Результати розрахунків зведено до табл. 15.

Операція 020 Фрезерна з ЧПУ

Обладнання: Вертикально–фрезерний верстат з ЧПУ 6P13PФ3:

- 1) Фрезерувати отвір начорно 9.
- 2) Фрезерувати начисто отвір 9.
- 3) Свердлити 2 отв. Ø20 мм.
- 4) Фрезерувати поверх. 3, 4, 11 чорно.
- 5) Фрезерувати поверх. 3, 4, 11 начисто.

При фрезеруванні отвору 9 начорно розрахунок режимів різання ведемо аналітично.

1. Вибір ріжучого інструменту:

1. Фреза кінцева Ø40 мм T5K10 ДСТУ 2233-93 [3]

$$z = 3; \omega = 34^\circ.$$

2. Глибина фрезерування

$$t = 4,1 \text{ мм.}$$

3. Ширина фрезерування $B = 55 \text{ мм.}$

4. Подача на зуб:

$$S_z = 0,13 \text{ мм/зуб. [3]}$$

5. Швидкість різання ведеться за формулою (1.23)

$C_v = 234; q = 0,44; x = 0,24; y = 0,26; u = 0,1; p = 0,13; m = 0,37$ [4, табл. 39, с. 287]

$$K_V = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv},$$

$$\text{тут } K_{mv} = K_i \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_p} = 1 \cdot \left(\frac{750}{600} \right)^1 = 1,25; \quad [4, \text{табл. 1, с. 261}]$$

$$K_{nv} = 0,9; \quad [4, \text{табл. 5, с. 263}]$$

$$K_{uv} = 0,65; \quad [4, \text{табл. 6, с. 263}]$$

$$K_V = 1,25 \cdot 0,9 \cdot 0,65 = 0,73;$$

$z = 3$ – кількість зубів фрези.

$$V = \frac{234 \cdot 40^{0,44}}{90^{0,37} \cdot 4,1^{0,24} \cdot 0,13^{0,26} \cdot 55^{0,1} \cdot 3^{0,13}} \cdot 0,73 = 152,07 \text{ м/хв.}$$

6. Число оборотів шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 152,07}{3,14 \cdot 40} = 1210 \text{ об/хв.};$$

$$n_y = 1000 \text{ об/хв.}$$

7. Справжня швидкість різання:

$$V_A = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 1000}{1000} = 125,6 \text{ м/хв.}$$

8. Хвилинна подача:

$$S_{\text{дл.}} = S_z \cdot z \cdot n = 0,13 \cdot 4 \cdot 1000 = 520 \text{ мм/хв.}$$

9. Сила різання:

Кільцева складова сили різання P_z – розрахунок ведеться за формулою (1.26)

$$C_p = 12,5; x = 0,85; y = 0,75; u = 1; q = 0,73; w = -0,13; [4, табл. 41, с. 291]$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{600}{750} \right)^{0,3} = 0,93; \quad [4, \text{табл. 9, с. 264}]$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 4,1^{0,85} \cdot 0,13^{0,75} \cdot 55^1 \cdot 3}{40^{0,73} \cdot 1000^{-0,12}} \cdot 0,93 = 3052,3 \text{ Н.}$$

Горизонтальна сила (сила подачі): [4, с. 292]

$$P_h = 1,1 \cdot P_z = 1,1 \cdot 3052,3 = 3357,5 \text{ Н.}$$

Вертикальна складова сили різання:

$$P_v = 0,25 \cdot P_z = 0,25 \cdot 3052,3 = 763,07 \text{ Н.}$$

Радіальна складова сили різання:

$$P_y = 0,4 \cdot P_z = 0,4 \cdot 3052,3 = 1220,9 \text{ Н.}$$

Осьова складова сили різання:

$$P_x = 0,2 \cdot \operatorname{tg} \omega \cdot P_z = 0,2 \cdot \operatorname{tg} 34^\circ \cdot 3052,3 = 610,46 \text{ Н.}$$

10. Крутний момент на шпинделі

$$M_{\text{ед}} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{3052,3 \cdot 40}{200} = 610,46 \text{ Н·м.}$$

11. Потужність різання:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{3052,3 \cdot 125,6}{1020 \cdot 60} = 6,26 \text{ кВт} < N_{\text{но}}.$$

11. Основний час:

$$T_0 = \frac{L}{S_{\text{min}}} \cdot i = \frac{594,1}{486} \cdot 1 = 1,22 \text{ хв.}$$

На інші переходи розрахунок режимів різання ведемо табличним способом (по нормативам) [3].

Результати розрахунків зведено до табл. 15.

Операція 025 Координатно–розточувальна

Обладнання: Координатно–розточувальний верстат 2E460A.

- 1) Фрезерувати 2 пази 6.
- 2) Свердлити 2 отвори .
- 3) Зенкувати 2 фаски 12.
- 4) Нарізати різьблення у 2-х отворах 5.

На фрезерування 2-х пазів 6 розрахунок режимів різання ведемо аналітичним методом.

1. Вибір різального інструменту:

Фреза кінцева Ø12 мм Т5К10, спеціальна (за базовим техпроцесом).

2. Глибина фрезерування

$$t = D = 12 \text{ мм.}$$

3. Подача на зуб:

$$S_z = 0,03 \text{ мм/зуб.} \quad [4, \text{табл. 36, с. 285}]$$

4. Швидкість різання – розрахунок ведеться за такою формулою (1.23)

$$C_v = 234; q = 0,44; x = 0,24; y = 0,26; u = 0,1; p = 0,13; m = 0,37$$

[4, табл. 39, с. 287].

$$K_V = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv},$$

$$\text{ду } K_{mv} = K_i \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_p} = 1 \cdot \left(\frac{750}{600} \right)^1 = 1,25; \quad [4, \text{табл. 1, с. 261}]$$

$$K_{nv} = 1; \quad [4, \text{табл. 5, с. 263}]$$

$$K_{uv} = 0,65; \quad [4, \text{табл. 6, с. 263}]$$

$$K_V = 1,25 \cdot 1 \cdot 0,65 = 0,81;$$

$z = 4$ – кількість зубів фрези;

$T = 60$ хв. – стійкість фрези.

$$V = \frac{234 \cdot 12^{0,44}}{60^{0,37} \cdot 12^{0,24} \cdot 0,03^{0,26} \cdot 37^{0,1} \cdot 4^{0,13}} \cdot 0,81 = 99,19 \text{ м/хв.}$$

5. Число оборотів фрези:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 99,19}{3,14 \cdot 12} = 2132 \text{ об/хв.};$$

$$n_y = 2000 \text{ об/хв.}$$

6. Справжня швидкість різання:

$$V_A = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 12 \cdot 2000}{1000} = 75,39 \text{ м/хв.}$$

7. Окружна складова сили різання – розрахунок ведеться за такою формулою (1.26)

$C_p = 12,5; x = 0,85; y = 0,75; u = 1; q = 0,73; w = -0,13; [4, \text{табл. 41, с. 291}]$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{600}{750} \right)^{0,3} = 0,93; \quad [4, \text{табл. 9, с. 264}]$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 4,1^{0,85} \cdot 0,13^{0,75} \cdot 37^1 \cdot 4}{40^{0,73} \cdot 1000^{-0,12}} \cdot 0,93 = 4488,8 \text{ Н.}$$

Горизонтальна сила (сила подачі): [4, с. 292]

$$P_h = 1,1 \cdot P_z = 1,1 \cdot 4488,8 = 4937,7 \text{ Н.}$$

Вертикальна складова сили різання:

$$P_v = 0,25 \cdot P_z = 0,25 \cdot 4488,8 = 897,76 \text{ Н.}$$

Радіальна складова сили різання:

$$P_y = 0,4 \cdot P_z = 0,4 \cdot 4488,8 = 1795,5 \text{ Н.}$$

Осьова складова сили різання:

$$P_x = 0,2 \cdot \text{tg} \omega \cdot P_z = 0,2 \cdot \text{tg} 45^\circ \cdot 4488,8 = 518,32 \text{ Н.}$$

8. Крутний момент:

$$\dot{I}_{\text{ед}} = \frac{D_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{4488,8 \cdot 12}{200} = 269,3 \text{ Нм.}$$

9. Потужність різання:

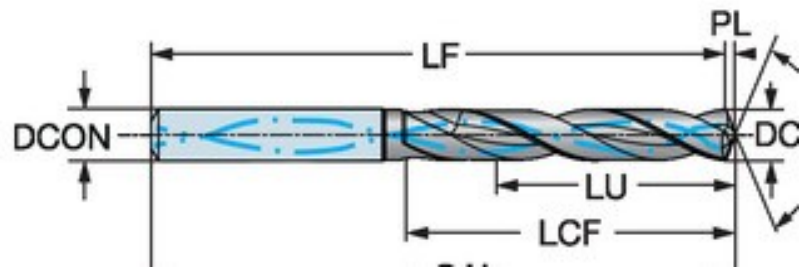
$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{4488,8 \cdot 75,39}{1020 \cdot 60} = 5,5 \text{ кВт} < N_{\text{но}}.$$

10. Основний час:

$$T_0 = \frac{L}{S_{\text{min}}} \cdot i = \frac{l + y}{S_{\text{min}}} \cdot i = \frac{17 + 0,5D}{240} \cdot 2 = 0,19 \text{ хв.}$$

Свердло Corj Drill 860 860 1-1200-037A1-PM P1 BM

$V=171 \text{ м/хв.}, S=0,3 \text{ мм/об.}, S=1360 \text{ мм/хв.}, n=3660 \text{ об/хв.}$



1.10 Нормування технологічного процесу

Розрахунок норм часу ведемо за загальномашинобудівними нормативами часу [17].

Операція 005 Фрезерна з ЧПУ

1) Визначаємо автоматичний цикл роботи верстата:

$$T_a = \sum T_{xx} + \sum T_0, \quad (1.33)$$

де $\sum T_{xx}$ – сумарний час холостих ходів, хв.;

$\sum T_0$ – сумарний основний час на операцію, хв.;

$$\sum T_{xx} = 0,25 \text{ хв.}$$

$$\sum T_0 = 2,192 = 4,38 \text{ хв.}$$

$$T_a = 0,25 + 4,38 = 4,63 \text{ хв.}$$

2) Визначаю допоміжний час на операцію:

$$T_{\text{доп}} = \dot{O}_{\text{вст.знят.дет.}} + \dot{O}_{\text{пов'язаний з обробкою}} + \dot{O}_{\text{очищення пристосування}}, \quad (1.34)$$

де $\dot{O}_{\text{вст.знят.дет.}}$ – час на встановлення та зняття деталі, хв.;

$$\dot{O}_{\text{вст.знят.дет.}} = 0,44 + 0,36 = 0,8 \text{ хв.} \quad [17]$$

$\dot{O}_{\text{пов'язаний з обробкою}}$ – час, пов'язаний з обробкою, не включений до програми, хв.;

$$\dot{O}_{\text{пов'язаний з обробкою}} = 0,078 \text{ хв.} \text{ – час на очищення пристосування від стружки;}$$

[17]

$$\dot{O}_{\text{очищення пристосування}} = 0,11 \text{ хв.} \text{ – час на очищення деталі від стружки; [17]}$$

$$\dot{O}_{\text{переміщення деталі}} = 0,05 \text{ хв.} \text{ – час переміщення деталі [17]}$$

$$\dot{O}_{\text{очищення деталі}} = 0,02 \text{ хв.};$$

$$\dot{O}_{\dot{a}\dot{i}\dot{i}\dot{\rightarrow}\dot{a}\dot{n}5} = 0,01 \text{ хв.};$$

$$\dot{O}_{\dot{a}\dot{i}\dot{i}\dot{\rightarrow}\dot{a}\dot{n}6} = 0,015 \text{ хв.}; \quad [17, \text{ с. } 65]$$

$$\dot{O}_{\dot{a}\dot{i}\dot{i}\dot{\rightarrow}\dot{a}\dot{n}7} = 0,05 \text{ хв.};$$

$$\dot{O}_{\dot{a}\dot{i}\dot{i}\dot{\rightarrow}\dot{a}\dot{n}8} = 0,069 \text{ хв.};$$

$$\dot{O}_{\dot{a}\dot{i}\dot{i}\dot{\rightarrow}\dot{a}\dot{n}9} = 0,1 \text{ хв.}; \quad [17, \text{ с. } 68]$$

$$\dot{O}_{\dot{a}\dot{i}\dot{i}\dot{\rightarrow}\dot{a}\dot{n}} (0,078 + 0,11 + 0,05 + 0,02 + 0,01 + 0,015 + 0,005 + 0,069 + 0,1) \cdot 2 = 1 \text{ хв.}$$

$\dot{O}_{\dot{e}\dot{a}\dot{e}\dot{i}}$ – час на контрольні виміри, хв.;

$$\dot{O}_{\dot{e}\dot{a}\dot{e}\dot{i}} = 0,09 \cdot 2 = 0,18 \text{ хв.} \quad [17, \text{ с. } 90]$$

$$T_{\dot{\rightarrow}\dot{a}\dot{n}} = 0,5 + 1 + 0,18 = 1,68 \text{ хв.}$$

3) Визначаю час на операцію:

$$T_{\dot{i}\dot{i}} = T_{\dot{a}} + T_{\dot{\rightarrow}\dot{a}\dot{n}} = 4,63 + 1,68 = 6,31.$$

4) Час обслуговування верстата:

$$\dot{O}_{\dot{i}\dot{a}\dot{n}\dot{e}} = \frac{\dot{O}_0 \cdot \dot{O}_{\dot{n}\dot{i}}}{\dot{O}}, \quad (1.35)$$

де $\dot{O}_{\dot{n}\dot{i}}$ – час встановлення інструменту;

$$\dot{O}_{\dot{n}\dot{i}} = 2,8 \text{ хв.}; \quad [17]$$

T – період стійкості інструмента;

$$T = 240 \text{ хв.};$$

$$\dot{O}_{\dot{i}\dot{a}\dot{n}\dot{e}} = \frac{4,38 \cdot 2,8}{240} = 0,05 \text{ хв.}$$

5) Час на організаційне обслуговування:

$$T_{\dot{i}\dot{\delta}\dot{a}} = \frac{\dot{a} \cdot T_{\dot{i}\dot{i}}}{100}, \quad (1.36)$$

де a – відсоток часу на обслуговування;

$$a = 1,4 \% [17, \text{с. } 108]$$

$$T_{i\delta\bar{a}} = \frac{1,4 \cdot 6,31}{100} = 0,08 \text{ хв.}$$

6) Час на відпочинок:

$$\dot{O}_{\bar{a}\bar{a}\bar{i}} = 5 \text{ хв. } [17, \text{с. } 110]$$

7) Штучний час:

$$T_{\theta\delta} = T_{i\bar{i}} + \dot{O}_{i\bar{a}\bar{n}\bar{e}} + T_{i\delta\bar{a}} + \dot{O}_{\bar{a}\bar{a}\bar{i}} = 6,31 + 0,05 + 0,08 + 5 = 11,44 \text{ хв.}$$

8) Підготовчо-заключний час:

$$\dot{O}_{i.\zeta} = \dot{O}_{i.\zeta.1} + \dot{O}_{i.\zeta.2} + \dot{O}_{i.\zeta.3} + \dot{O}_{i.\zeta.4} + \dot{O}_{i.\zeta.5} \quad (1.37)$$

$\dot{O}_{i.\zeta.1} = 15$ хв. – час на встановлення та зняття пристосування;

$\dot{O}_{i.\zeta.2} = 3,5$ хв. – час на налаштування на нульове положення;

$\dot{O}_{i.\zeta.3} = 0,5$ хв. – встановити вихідні режими обробки;

$\dot{O}_{i.\zeta.4} = 1$ хв. – встановити програмоносій у пристрій для зчитування;

$\dot{O}_{i.\zeta.5} = 1,5$ хв. – встановити працездатність зчитувального пристрою.

$$\dot{O}_{i.\zeta} = 15 + 3,5 + 0,5 + 1 + 1,5 = 21,5 \text{ хв.}$$

9) Штучно–калькуляційний час:

$$T_{\theta\delta-\bar{e}} = T_{\theta\delta} + \frac{\dot{O}_{i.\zeta}}{N}, \quad (1.38)$$

де N – розмір партії запуску деталей;

$$T_{\theta\delta-\bar{e}} = 11,44 + \frac{21,5}{47} = 11,89.$$

Розрахунок норм часу інші операції ведеться аналогічно.

Результати розрахунків зведені до табл. 16.

$$\sum T_{\theta\delta.\bar{a}} = 118,8 \text{ хв.};$$

$$\sum T_{\theta\delta.i\delta} = 69,75 \text{ хв.}$$

Коефіцієнт посилення техпроцесу:

$$K_{i\ddot{n}} = \frac{\sum T_{\text{о.д.}}}{\sum T_{\text{о.а.}}} = \frac{69,75}{118,8} = 0,58.$$

Внаслідок прийнятих рішень трудомісткість обробки деталі знизилася на 42 %.

1.11 Вибір варіанта технологічного маршруту та його техніко–економічне обґрунтування

Вибір варіанта технологічного процесу та його техніко–економічне обґрунтування зводиться до розрахунку його собівартості. Розрахунок собівартості механічних операцій може бути здійснений методом прямого розподілу витрат (методом калькулювання) чи нормативним методом. Метод прямого калькулювання полягає в тому, що витрати на всі статті технологічної собівартості обробки деталі визначають прямим розрахунком за місцем та часом здійснення техпроцесу за формулою:

$$C = M + Z + E + I + П + A + O + P + П_{\text{п}}, \quad (1.39)$$

де M – вартість матеріалів або заготівлі, грн;

Z – заробітна плата робітника за виконання даної операції, грн;

E – витрати на електроенергію, грн;

I – витрати на ріжучий інструмент, грн;

$П$ – витрати на верстатні пристрої, грн;

A – амортизаційні відрахування за балансовою вартістю обладнання, грн;

O – витрати на утримання устаткування, грн;

P – витрати поточний ремонт обладнання, грн;

$П_{\text{п}}$ – витрати на утримання та амортизацію виробничих площ, грн;

1) Вартість матеріалів:

за базовим техпроцесом $M = 428,83$ грн,

за проектним техпроцесом $M = 401,5$ грн.

Як приклад розглянемо розрахунок собівартості першої операції – фрезерний з ЧПУ.

2) Заробітну плату верстатника визначають за трудомісткістю обробки деталі на цій операції:

$$C_{\varphi} = T_{\varphi 0} \cdot \dot{O}_{\varphi}, \quad (1.40)$$

де $T_{\varphi 0}$ – штучний час виконання операції, год.;

\dot{O}_{φ} – тарифна ставка заробітної плати відповідного розряду роботи.

а) За базовим варіантом:

$$C_{\varphi} = 0,22 \cdot 35,72 = 4,53 \text{ грн.},$$

б) За проектним варіантом:

$$C_{\varphi} = 0,19 \cdot 35,72 = 3,92 \text{ грн.},$$

3) Витрати на електроенергію включають витрати, пов'язані з експлуатацією верстата:

$$A = \frac{N_{\tilde{N}0} \eta_i \cdot \dot{O}_0}{60 \cdot \eta_{\tilde{N}} \cdot \eta_{\tilde{N}0}} \cdot \tilde{N}_A, \quad (1.41)$$

де $N_{\tilde{N}0}$ – встановлена потужність електродвигунів верстата;

η_i – коефіцієнт завантаження верстата за потужністю;

$$\eta_i = 0,5 \div 0,9;$$

\dot{O}_0 – основний (технологічний) час на цю операцію, хв;

$\eta_{\tilde{N}}$ – коефіцієнт, що враховує втрати в мережі;

$$\eta_{\tilde{N}} = 0,96;$$

$\eta_{\tilde{N}0}$ – к. п. д. електродвигунів верстата;

$$\eta_{\tilde{N}0} = 0,95;$$

\tilde{N}_A – ціна 1 кВт/год електроенергії, грн;

$$\tilde{N}_A = 1,15 \text{ грн.}$$

а) За базовим варіантом:

$$\dot{A} = \frac{10 \cdot 0,8 \cdot 4,86}{60 \cdot 0,96 \cdot 0,95} \cdot 1,15 = 0,81 \text{ грн.}$$

б) За проектним варіантом:

$$\dot{A} = \frac{8 \cdot 0,9 \cdot 4,38}{60 \cdot 0,96 \cdot 0,95} \cdot 1,15 = 0,66 \text{ грн}$$

4) Витрати на ріжучий інструмент, віднесені до операції:

$$^2 = \frac{\tilde{N}_s + \tilde{N}_I}{\dot{O}_A} \cdot T_{\sigma \delta}, \quad (1.42)$$

де \tilde{N}_s – первісна вартість різального інструмента, грн;

\tilde{N}_I – витрати на повторне заточування до повного зносу, грн;

$$\tilde{N}_I = 0,3 \cdot C_i, \quad (1.43)$$

\dot{O}_A – загальний час експлуатації ріжучого інструменту, хв.

а) для базового варіанта:

$$^2 = \frac{800 + (0,3 \cdot 800)}{1200} \cdot 13,2 = 11,44 \text{ грн;}$$

б) для проектного варіанта:

$$^2 = \frac{750 + (0,3 \cdot 750)}{1200} \cdot 11,44 = 9,29 \text{ грн.}$$

5) Щорічні відрахування на амортизацію та ремонт пристосування:

$$\dot{I} = \frac{(\gamma + \delta) \cdot C_{ID}}{100 \cdot N}, \quad (1.44)$$

де γ – відсоток амортизації;

δ – річна витрата на ремонт пристосування, у % від вартості пристосування;

C_{ID} – загальна вартість пристроїв або оснастки за фактичною або плановою оцінкою, грн;

N – кількість деталей, що обробляються на рік за допомогою даного пристосування.

На фрезерній операції з ЧПУ застосовується пристрій тискового типу, спеціальне з пневмоприводом.

$$C_{ID} = 800 \text{ грн.}$$

а) За базовим варіантом:

$$\dot{I} = \frac{(20 + 15) \cdot 800}{100 \cdot 1000} = 0,28 \text{ грн;}$$

б) За проектним варіантом:

$$\dot{I} = \frac{(20 + 15) \cdot 800}{100 \cdot 1000} = 0,28 \text{ грн;}$$

б) Витрати на амортизаційні відрахування верстатів, що припадають на 1 операцію, розраховуються пропорційно до штучного часу:

$$A = \frac{a \cdot C_a \cdot T_{\sigma \delta}}{100 \cdot 60 \cdot F_A \cdot m \cdot \eta_{\zeta}}, \quad (1.45)$$

де a – норма річних амортизаційних відрахувань, %

$$a = 6,7 \text{ \%}$$

C_a – балансова вартість верстата, грн;

F_A – дійсний річний фонд часу верстата, год;

$$F_A = 3950 \text{ год;}$$

m – число змін роботи на добу;

$$m = 2;$$

η_{ζ} – коефіцієнт завантаження верстата за часом;

$\eta_{\zeta} = 0,75$ – для великосерійного виробництва.

а) За базовим варіантом – верстат 65А60Ф1:

$$C_a = 245760 \text{ грн};$$

$$A = \frac{6,7 \cdot 245760 \cdot 13,2}{100 \cdot 60 \cdot 3950 \cdot 2 \cdot 0,75} = 0,57 \text{ грн};$$

б) За проектним варіантом – верстат 6550Ф3

$$C_a = 228731 \text{ грн};$$

$$A = \frac{6,7 \cdot 228731 \cdot 11,44}{100 \cdot 60 \cdot 3950 \cdot 2 \cdot 0,75} = 0,79 \text{ грн};$$

7) Витрати на утримання верстатного обладнання, що припадають на одиницю оброблюваної продукції:

$$O = C_0 / N, \quad (1.46)$$

де C_0 – витрати на утримання верстатного обладнання;

$$C_0 = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + \dot{I}, \quad (1.47)$$

тут C_1, C_2, C_3, C_4 – частка заробітної плати з нарахуваннями відповідно верстатника, змащувача, слюсаря та шорника, грн;

M – вартість матеріалів (змащувальні, обтиральні і т.д.)

$$\dot{I} = 0,1 \cdot \tilde{N}_{\text{сдд}}, \quad (1.48)$$

$$C = \frac{(\dot{O}_{1k} + C_{\dot{A}} + \times + \dot{O}) \cdot \ddot{E}}{\dot{I}} \cdot R, \quad (1.49)$$

тут \dot{O}_{1k} – годинна тарифна ставка заробітної плати робітника відповідного розряду, грн;

$C_{\dot{A}}$ – додаткова зарплата (10 % від основної), грн;

\dot{C} – відрахування по соцстраху (26 %), грн;

Π – премія (30 %), грн;

L – тривалість зміни, год.;

$L = 8$ год;

H – змінна норма обслуговування, в одиницях ремонтної складності;

R – категорія складності верстата у ремонтних одиницях.

а) За базовим варіантом:

$$M = 0,1 \cdot 428,83 = 42,88 \text{ грн,}$$

$$C_1 = \frac{(4,53 + 0,45 + 1,36 + 1,65 + 0,68) \cdot 8}{1} \cdot 1 = 63,92 \text{ грн,}$$

$$C_2 = \frac{\left(\frac{1200}{176} + 0,68 + 2,04 + 2,48 + 1,02\right) \cdot 8}{400} \cdot 14 = 3,36 \text{ грн,}$$

$$C_3 = \frac{\left(\frac{1200}{176} + 0,57 + 1,7 + 2,067 + 0,85\right) \cdot 14}{500} = 2,24 \text{ грн,}$$

$$C_4 = \frac{\left(\frac{1200}{176} + 0,57 + 1,7 + 2,067 + 0,85\right) \cdot 8}{200} \cdot 14 = 5,61 \text{ грн,}$$

$$C_0 = 63,92 + 3,36 + 2,24 + 5,61 + 42,88 = 118,01 \text{ грн.},$$

$$O = \frac{118,01}{1000} = 0,11 \text{ грн.}$$

б) За проектним варіантом:

$$M = 0,1 \cdot 401,5 = 40,15 \text{ грн,}$$

$$C_1 = \frac{(3,92 + 0,39 + 1,29 + 1,6 + 0,6) \cdot 8}{1} \cdot 1 = 57,6 \text{ грн,}$$

$$C_2 = \frac{\left(\frac{1200}{176} + 0,68 + 2,04 + 2,48 + 1,02\right) \cdot 8}{400} \cdot 14 = 3,36 \text{ грн.},$$

$$C_3 = \frac{\left(\frac{1000}{176} + 0,57 + 1,7 + 2,067 + 0,85\right) \cdot 8}{500} \cdot 14 = 2,24 \text{ грн.},$$

$$C_4 = \frac{\left(\frac{1000}{176} + 0,57 + 1,7 + 2,067 + 0,85\right) \cdot 8}{200} \cdot 14 = 5,61 \text{ грн.},$$

$$C_0 = 57,6 + 3,36 + 2,24 + 5,61 + 40,15 = 108,94 \text{ грн.},$$

$$O = \frac{108,94}{1000} = 0,11 \text{ грн.}$$

8) Витрати на поточний ремонт обладнання:

$$P = \frac{\beta \cdot C_a \cdot \dot{O}_{\theta \theta}}{100 \cdot 60 \cdot F_A \cdot \eta_C}, \quad (1.50)$$

де β – кількість річних відсотків балансової вартості верстата на малий ремонт, огляд та перевірки;

$$\beta = 5 \%,$$

а) Базовий варіант:

$$P = \frac{5 \cdot 245760 \cdot 13,2}{100 \cdot 60 \cdot 3950 \cdot 2 \cdot 0,75} = 0,45 \text{ грн.}$$

б) Проектний варіант:

$$P = \frac{5 \cdot 228731 \cdot 11,44}{100 \cdot 60 \cdot 3950 \cdot 2 \cdot 0,75} = 0,37 \text{ грн.}$$

10) Витрати на утримання та амортизацію виробничих площ:

$$\ddot{I}_I = \frac{\dot{I}_I \cdot \ddot{I}_\delta}{F_A \cdot 60} \cdot \dot{O}_{\delta-k}, \quad (1.51)$$

де \dot{I}_I – норматив витрат за 1 м² виробничої площі на рік, грн.;

$$\dot{I}_I = 900 \text{ грн.}$$

\ddot{I}_δ – питома площа одиниці виробничого устаткування;

$$\ddot{I}_\delta = f \cdot K_f, \quad (1.52)$$

тут f – виробнича площа, займана верстатом, м²;

K_f – коефіцієнт, що враховує додаткову виробничу площу (на проходи, проїзди тощо);

$$K_f = 4.$$

а) Базовий варіант:

$$\ddot{I}_\delta = 3,44 \cdot 3,49 \cdot 4 = 48,02 \text{ м}^2,$$

$$\ddot{I}_I = \frac{900 \cdot 48,02}{3950 \cdot 60} \cdot 13,49 = 2,45 \text{ грн.}$$

б) Проектний варіант:

$$\ddot{I}_\delta = 5 \cdot 3,55 \cdot 4 = 71 \text{ м}^2,$$

$$\ddot{I}_I = \frac{900 \cdot 71}{3950 \cdot 60} \cdot 11,44 = 3,08 \text{ грн.}$$

Аналогічно розраховуються елементи собівартості та інші операції.

Результати розрахунків зведено до табл. 1.17.

Загальна собівартість за базовим варіантом:

$$C_a = 428,83 + 43,36 + 15,09 + 107,7 + 1,22 + 6,28 + 0,91 + 4,96 + 26,65 = 635 \text{ грн.}$$

Загальна собівартість за проектним варіантом:

$$\tilde{N}_I = 401,5 + 22,47 + 9,08 + 43,6 + 1,36 + 2,23 + 0,61 + 1,78 + 16,78 = 499,41 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект становить:

$$\dot{A} = (C_a - \tilde{N}_f) \cdot N = (635 - 449,41) \cdot 1000 = 185590 \text{ грн.}$$

Таким чином, можна зробити висновок, що проектний варіант технологічного процесу є найбільш вигідним для даного типу виробництва.

2 ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ВЕРСТАТНОГО ПРИСТОСУВАННЯ

Для закріплення деталі на фрезерній операції з ЧПУ (020) спроектовано пристосування установочно-затискне, спеціальне з пневмоприводом.

Схема пристосування наведена на рис. 2.1.

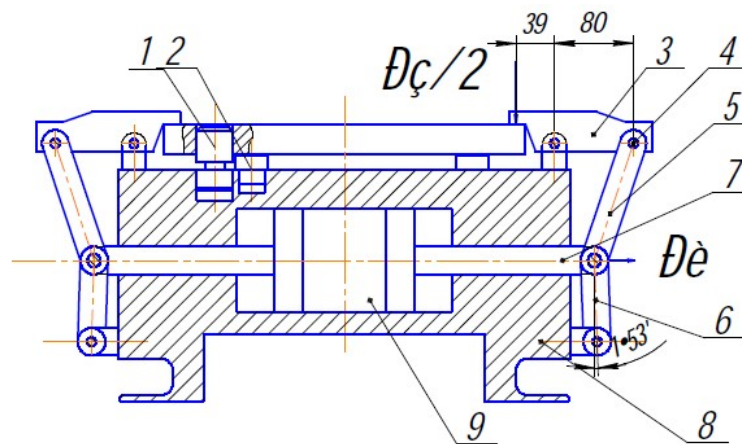


Рисунок 2.1 – Пристрій установочно-затискний, спеціальний

Оброблювана деталь встановлюється на палець 1 і 2 опори, які встановлені у корпусі пристосування 8. При подачі стисненого повітря в безштокову порожнину вбудованого у корпус пневмоциліндра вихідне зусилля передається на шток 7. Зусилля закріплення передається через систему важелів 5, 6 на прихвати 3, за допомогою яких здійснюється закріплення деталі. По закінченню обробки повітря видаляється з безштокової порожнини пневмоциліндра і подається у штокові порожнини та деталь розкріплюється.

Розрахунок необхідного зусилля затиску

На рис. 2.2 представлена схема сил, що діють на деталь при фрезеруванні кінцевою фрезою.

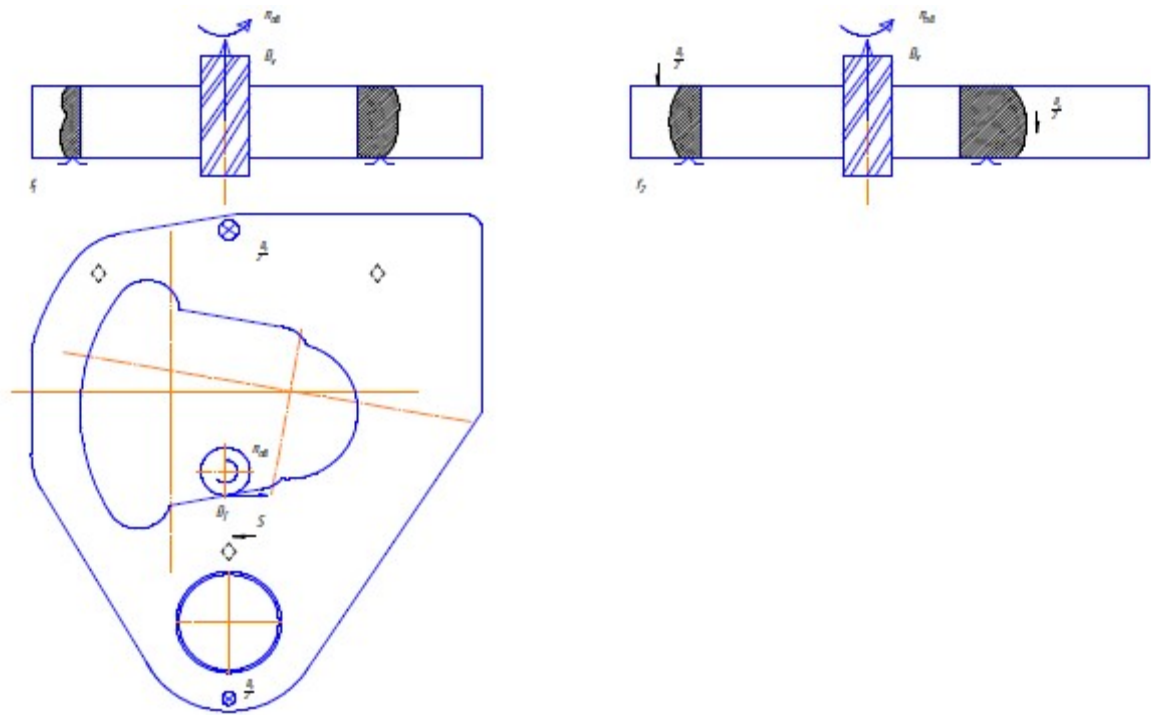


Рисунок 2.2 – Схема сил, що діють на деталь при фрезеруванні

Розрахунок розмірів пневмоциліндра

Складемо рівняння сил, що діють на деталь [9]:

$$P_3 \cdot f_1 = K \cdot P_i + (K \cdot P_v - P_3) \cdot f_2, \quad (2.1)$$

де P_3 – зусилля закріплення, Н;

P_i, P_v – відповідно горизонтальна та вертикальна складова сили різання, Н;

f_1 – коефіцієнт тертя заготовки із затискними елементами;

$f_1 = 18$ – при закріпленні деталі плоскими контактними поверхнями затискних елементів;

f_2 – коефіцієнт тертя заготівлі з опорними елементами пристосування;

$$f_2 = 18;$$

K – коефіцієнт надійності закріплення;

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (2.2)$$

де K_0 – гарантований коефіцієнт запасу надійності закріплення;

$$K_0 = 1,5;$$

K_1 – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання через випадкових нерівностей на заготівлі;

$$K_1 = 1,2;$$

K_2 – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання внаслідок затуплення інструменту;

$$K_2 = 1,2;$$

K_3 – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при переривчастому різанні;

$$K_3 = 1,2;$$

K_4 – коефіцієнт, що враховує мінливість затискного зусилля;

$K_4 = 1$ – для гідравлічних та пневматичних затискачів;

K_5 – коефіцієнт, що враховує ступінь зручності розташування рукояток у затискачах;

$$K_5 = 1;$$

K_6 – коефіцієнт, що враховує невизначеність через нерівності місця контакту заготівлі з опорними елементами;

$$K_6 = 1.$$

$$K = 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,73.$$

З формули (2.2) виражаємо P_3 :

$$P_3 = \frac{K \cdot (P_i + P_v \cdot f_2)}{f_1 + f_2} = \frac{1,73 \cdot (3357,5 + 763,07 \cdot 0,15)}{0,18 + 0,15} = 18201,5 \text{ Н.}$$

$$\frac{P_3}{2} = 9100,7 \text{ Н.}$$

Розрахунок вихідного зусилля на штоку пневмоциліндра

Складемо рівняння рівноваги системи:

$$\frac{P_{\dot{E}}}{2} \cdot l_1 \cdot \eta = \frac{P_3}{2} \cdot l_2 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \beta), \quad (2.3)$$

де $\frac{P_{\dot{E}}}{2}$ – вихідне зусилля на одному штоку пневмоциліндра;

l_1, l_2 – довжини плечей прихватів (з прокреслення);

$l_1 = 40$ мм;

$l_2 = 80$ мм;

$$\beta = \operatorname{arcsin} f_2 = \operatorname{arcsi} 0,18 = 10^\circ 22';$$

η – к.п.д. важільних механізмів пристосування;

$\eta = 0,95$.

Виражаємо $\frac{P_{\dot{E}}}{2}$:

$$\frac{P_{\dot{E}}}{2} = \frac{l_2 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \delta)}{l_1 \cdot \eta} \cdot \frac{P_3}{2} = \frac{40 \cdot \operatorname{tg}(1^\circ 53' + 10^\circ 22')}{80 \cdot 0,95} \cdot 9100,7 = 1013,9 \text{ Н.}$$

$$P_{\dot{E}} = 2027,9 \text{ Н.}$$

Розрахунок розмірів пневмоциліндра

$$P_{\dot{E}} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p \cdot \eta, \quad (2.4)$$

де D – діаметр пневмоциліндра, мм;

p – тиск повітря, МПа;

$p = 0,4$ МПа;

η – к.п.д. приводу;

$\eta = 0,85$;

$$D = \sqrt{\frac{P'_E \cdot 4}{\pi \cdot p \cdot \eta}} = \frac{2029,9 \cdot 4}{\pi \cdot p \cdot 0,85} = 87,14 \text{ мм.}$$

Приймаємо стандартний діаметр пневмоциліндра $D = 100$ мм, діаметр штоків $d = 25$ мм [9, с. 205].

Тиск повітря в штокових порожнинах пневмоциліндра:

$$P'_E = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \cdot p \cdot \eta = \frac{\pi \cdot (100^2 - 25^2)}{4} \cdot 0,4 \cdot 0,85 = 2503,4 \text{ Н.}$$

3 РОЗРАХУНОК ТА КОНСТРУЮВАННЯ РІЗУЧОГО ІНСТРУМЕНТУ

Для чорнового фрезерування поверхонь кармана застосовується спеціальна кінцева фреза $\varnothing 36$ мм із механічним кріпленням пластин Т5К10.

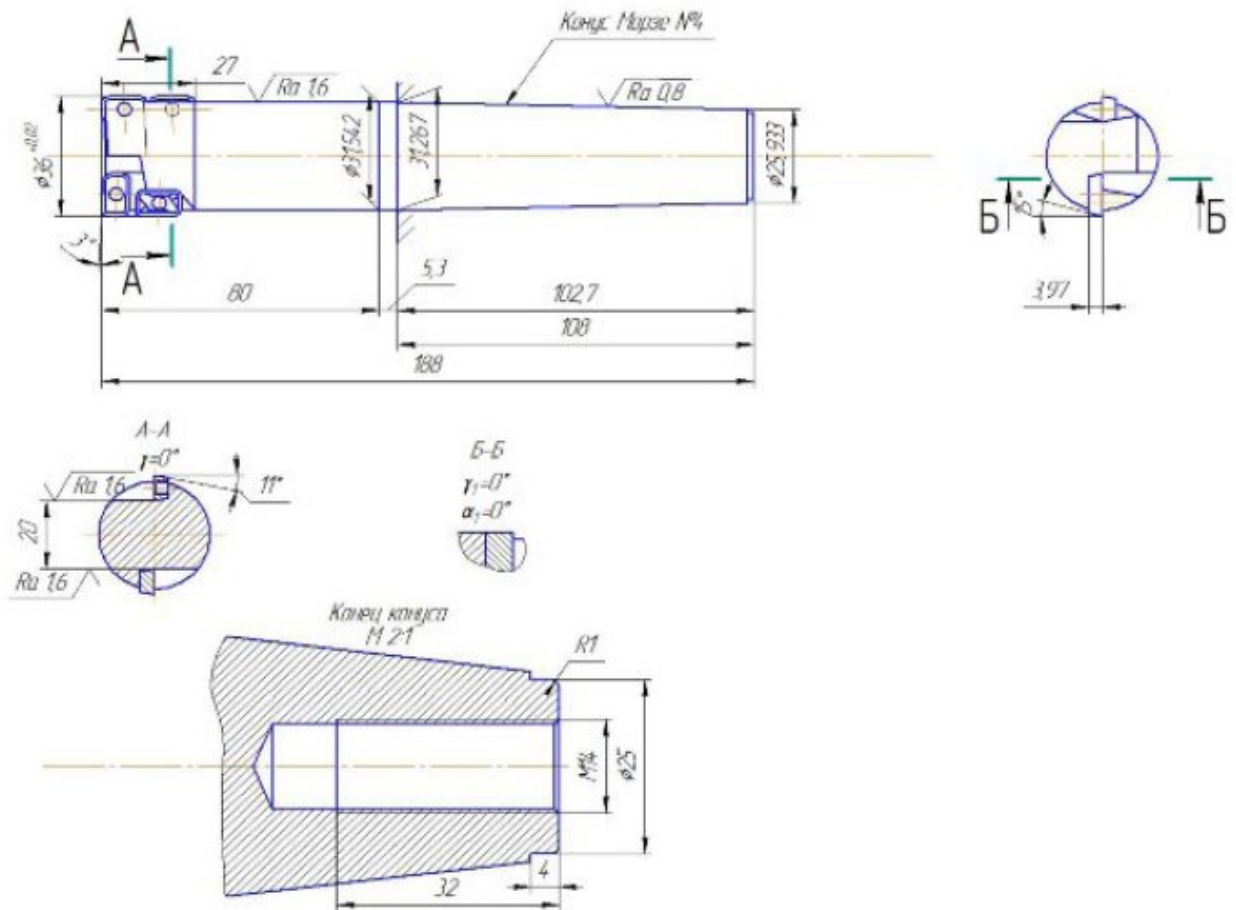


Рисунок 3.1 – Фреза кінцева $\varnothing 36$ мм з механічним кріпленням пластин Т5К10

1) Конструктивні елементи різальної частини фрези:

- діаметр різальної частини $D_p = 36$ мм;
- довжина робочої частини $l_0 = 27$ мм;
- виліт інструменту $l_1 = 80$ мм.

2) Вибираємо кути різучої частини:

- а) головний кут у плані $\varphi = 90^\circ$;

- б) допоміжний кут у плані $\varphi_1 = 3^\circ$;
- в) задній кут на центральній пластині $\alpha = 15^\circ$ [4, с. 332];
- г) задній кут на периферійній пластині $\alpha = 11^\circ$ [4, с.125];
- д) передній кут $\gamma=0^\circ$;
- е) передній кут на торці фрези $\gamma = 0^\circ$;
- ж) задній кут на торці фрези $\alpha_1 = 0^\circ$;
- з) кут нахилу зуба фрези $\omega = 3^\circ$.

4) Розміри твердосплавних пластин:

Центральна пластина: $A = 12,9$ мм;

$B = 7,938$ мм;

$T = 3,97$ мм.

Периферійна пластина: $A = 13,3$ мм;

$B = 7,938$ мм;

$T = 3,97$ мм [4, с. 125].

5) Розрахуємо розміри хвостовика фрези [9, с. 190]:

Окружна складова сили різання:

$$P_z = \frac{N_{\text{дiс}} \cdot 1020 \cdot 60}{V_D} = \frac{3,74 \cdot 1020 \cdot 60}{72,34} = 3164,06 \text{ Н.}$$

Осьова складова сили різання:

$$P_x = 0,2 \cdot \text{tg} \omega P_z = 0,2 \text{tg} 5^\circ \cdot 3164,06 = 55,36 \text{ Н.}$$

Момент сил опору різанню (крутний момент):

$$M_{\text{с.р.}} = \frac{P_x \cdot D}{100 \cdot 2} = \frac{3164,06 \cdot 36}{200} = 569,53 \text{ Н·м.}$$

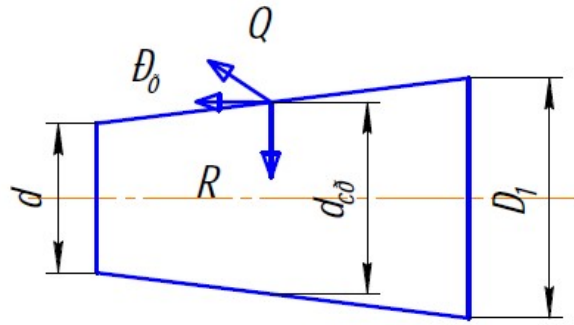


Рисунок 3.2 – Схема сил, які діють на конічний хвостовик фрези

Осьову складову сили різання можна розкласти на 2 сили – силу Q , що діє нормально до утворює конуса і силу R , що діє в радіальному напрямку та врівноважуючу реакцію на протилежній точці поверхні конуса. Сила Q створює дотичну складову сили різання; з урахуванням коефіцієнта тертя поверхні конуса об стінки втулки μ :

$$T = \mu \cdot Q = \frac{\mu \cdot P_x}{\sin \theta}; \quad (3.1)$$

де θ – кут конуса хвостовика;

$$\theta = 1^\circ 30'.$$

Момент тертя між хвостовиком та втулкою:

$$M_{TP.} = \frac{\mu \cdot P_x (D_1 + d)}{4 \cdot \sin \theta} (1 - 0,04 \cdot \Delta \theta), \quad (3.2)$$

де $\Delta \theta$ – відхилення кута конуса;

$$\Delta \theta = 5';$$

$$\mu = 0,096.$$

Прирівнюємо момент тертя до максимального моменту сил опору різання, який більше в 3 рази в порівнянні з моментом, прийнятим для нормальної роботи фрези:

$$3M_{c.p.} = M_{TP} = \frac{\mu \cdot P_x (D_1 + d)}{4 \sin \theta} (1 - 0,04 \cdot \Delta \theta). \quad (3.3)$$

Середній діаметр хвостовика:

$$d_{cp} = \frac{D_1 + d}{z} \quad (3.4)$$

або

$$d_{cp} = \frac{6M_{cp} \cdot \sin \theta}{\mu \cdot P_x (1 - 0,04 \cdot \Delta \theta)}, \quad (3.5)$$

$$d_{cp} = \frac{6 \cdot 569,53 \cdot \sin 1^\circ 30'}{0,096 \cdot 55,36 (1 - 0,04 \cdot 5')} = 21,039 \text{ мм.}$$

Вибираємо найближчий більший конус Морзе, тобто конус Морзе № 4.

Основні розміри конуса:

$$D = 31,067 \text{ мм;}$$

$$D_1 = 31,542 \text{ мм;}$$

$$d = 25,933 \text{ мм;}$$

$$L_1 = 102,7 \text{ мм;}$$

$$L_2 = 108 \text{ мм;}$$

$$a = 5,3 \text{ мм;}$$

$$d_1 = M14;$$

$$l = 32 \text{ мм;}$$

4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО–ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

4.1 Розробка керуючої програми обробки деталі на верстаті з ЧПК

Впровадження в машинобудівне виробництво верстатів з числовим програмним управлінням, тобто з ППК, є дуже важливим і вагомим рішенням. Оскільки такі верстати дають досить точну обробку деталей і забезпечують можливість обробки від 3-х до 5-ти поверхонь з однієї установки заготовки.

На верстатах з ЧПК порівняно зі верстатами–автоматами набагато швидше виконується переналадка, оскільки остання полягає лише в зміні програмоносія (перфоленти).

Найбільша частина часу витрачається на підготовчо заключний час, тобто час на переналадку верстату і на зміну або переналадку оснащення.

При використанні верстатів з ЧПК, кількість потрібних висококваліфікованих робітників значно менше.

4.2 Проектування маршрутної технології обробки з вибором ріжучого та допоміжного інструментів

Вибираємо ріжучи і допоміжні інструменти та пристосування на обробку деталі “Куліса”.

Таблиця 4.1 – Ріжучий та допоміжний інструмент на свердлильну операцію з ЧПК

| № опер. | № пер. | Зміст переходу | Модель верстага | Ріжучий інструмент | Матеріал | V, мм/хв. | S, мм/хв. | П, хв. ⁻¹ |
|---------|--------|--|-----------------|-----------------------|----------|-----------|-----------|----------------------|
| 005 | 1 | Фрезерувати поверх. у 2-х розм. 55,4h11(-0,78) | 6550Ø3 | фреза торцева Ø160 мм | T5K10 | 150,8 | 450 | 300 |

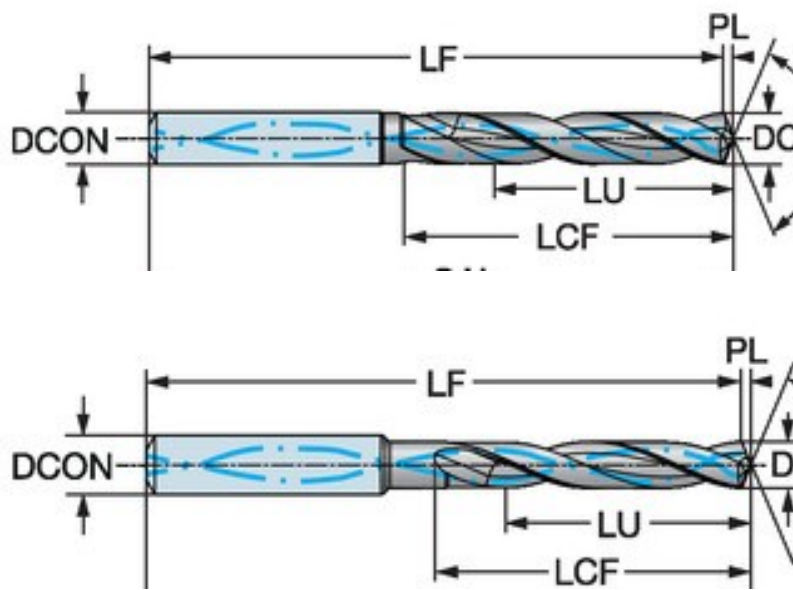
| | | | | | | | | |
|-----|---|---|---------|---|-------|-------|-----|------|
| | 2 | Фрезерувати поверх. 1 у розм. 57,7h11(-0,78) | | | | | | |
| 010 | 1 | Шліфувати поверх. 1 у розмірі 55d11 $\begin{pmatrix} -0,10 \\ -0,29 \end{pmatrix}$ | 3Д725 | Круг ПП 500×305×100 23А 25 СТ1 К1 35 м/с | 23А | 10 | 122 | 1470 |
| 015 | 4 | Фрезерувати поверх. 10 у розм. 220 $\frac{14}{2}$ | 2А62001 | фреза кінцева Ø40 мм | T5K10 | 64,08 | 100 | 510 |
| | 3 | Розточити 2 фаски 8 1×45° | | різець φ = 45° | T5K10 | 220 | 230 | 1000 |
| | 2 | Розточити начисто отвір 7 до Ø70H9 (+0,074) | | різець | T15K6 | 220 | 230 | 1000 |
| | 1 | Розточити начорно отвір 7 до Ø69,5H11 | | різець | T5K10 | 87,29 | 280 | 400 |
| 025 | 4 | Нарізати різьблення М8-7Н у 2-х отворах 5 на глибину 17 мм | 2Е460А | фреза кінцева Ø40 мм | P6M5 | 9 | 1 | 360 |
| | 3 | Зенкувати фаски 12 в отворах 5 | | різець φ = 45° | | 37,7 | 50 | 1000 |
| | 2 | Свердлити 2 отвори 5 Ø6,8 мм на глибину 20 мм | | різець | | 34,18 | 160 | 1600 |
| | 1 | Фрезерувати 2 пази 6 В = 12 мм на глибину 17 мм | | різець | T5K10 | 75,39 | 240 | 2000 |

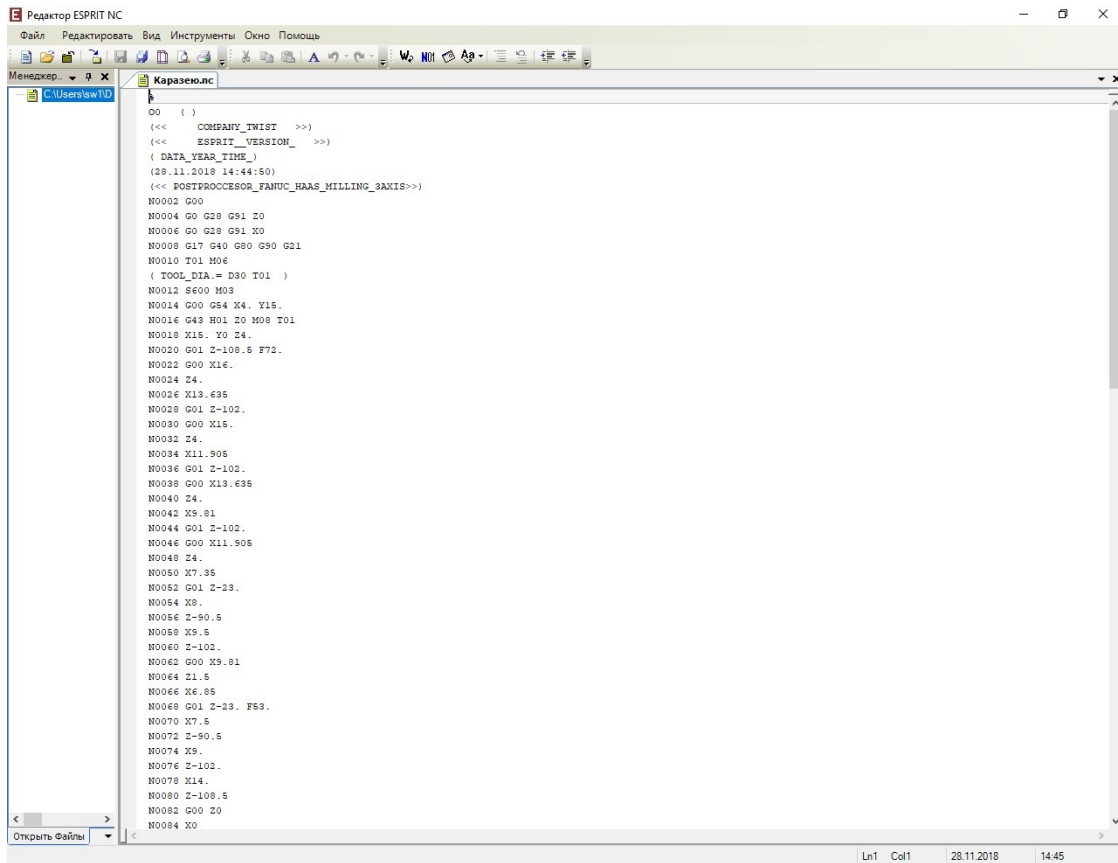
4.3 Розробка операційної технології з розрахунком режимів різання і побудовою траєкторії руху ріжучих інструментів

Розбиваємо програмно-комбіновану операцію на технологічні переходи:

Свердло Corj Drill 860 860 1-1200-037A1-PM P1 BM

$V=171$ м/хв., $S=0,3$ мм/об., $S=1360$ мм/хв, $n=3660$ об/хв.





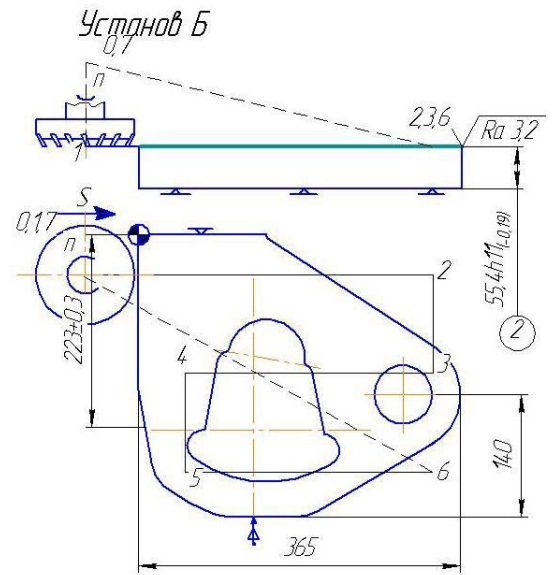
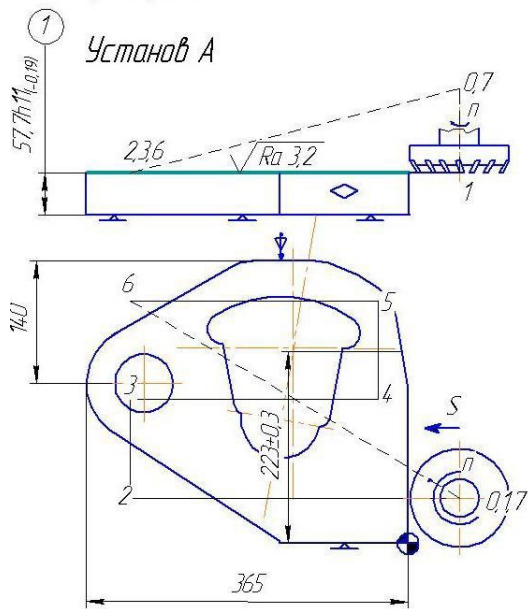
```
ОО ( )
(<< COMPANY_TWIST >>)
(<< ESPRIT_VERSION_ >>)
( DATA_YEAR_TIME_ )
(28.11.2018 14:44:50)
(<< POSTPROCESSOR_FANUC_HAAS_MILLING_3AXIS>>)
N0002 G00
N0004 G0 G39 G51 Z0
N0006 G0 G39 G51 X0
N0008 G17 G40 G80 G90 G21
N0010 T01 M06
( TOOL_DIA.= D30 T01 )
N0012 S600 M03
N0014 G00 G54 X4. Y15.
N0016 G43 H01 Z0 M08 T01
N0018 X15. Y0 Z4.
N0020 G01 Z-108.5 F72.
N0022 G00 X16.
N0024 Z4.
N0026 X13.635
N0028 G01 Z-102.
N0030 G00 X18.
N0032 Z4.
N0034 X11.905
N0036 G01 Z-102.
N0038 G00 X13.635
N0040 Z4.
N0042 X9.81
N0044 G01 Z-102.
N0046 G00 X11.905
N0048 Z4.
N0050 X7.35
N0052 G01 Z-23.
N0054 X9.
N0056 Z-90.5
N0058 X8.5
N0060 Z-102.
N0062 G00 X9.81
N0064 Z1.5
N0066 X6.85
N0068 G01 Z-23. F53.
N0070 X7.5
N0072 Z-90.5
N0074 X9.
N0076 Z-102.
N0078 X14.
N0080 Z-108.5
N0082 G00 Z0
N0084 X0
```

Програма обробки в редакторі ESPRIT

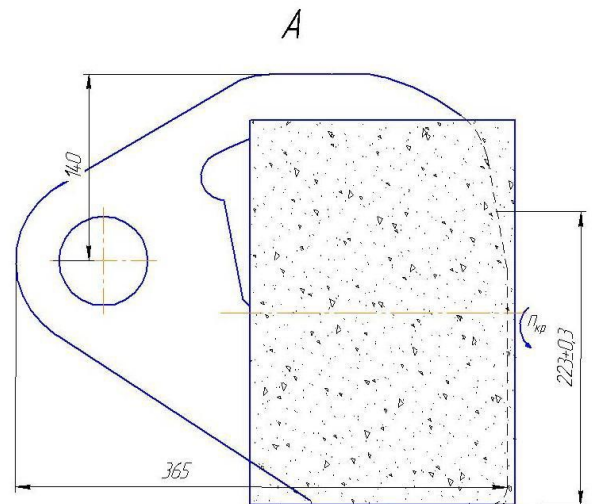
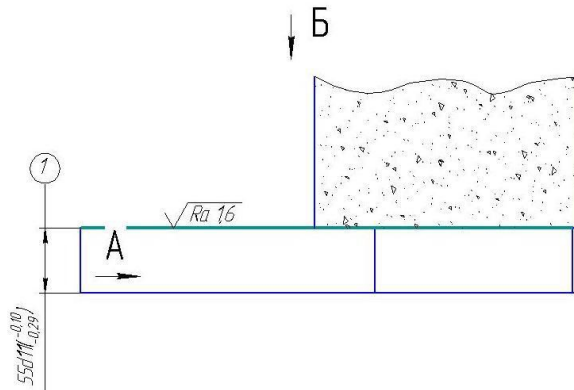
4.4 Визначення координат опорних точок траєкторії руху ріжучого інструменту

Будуємо траєкторії руху інструментів за цією керуючою програмою.

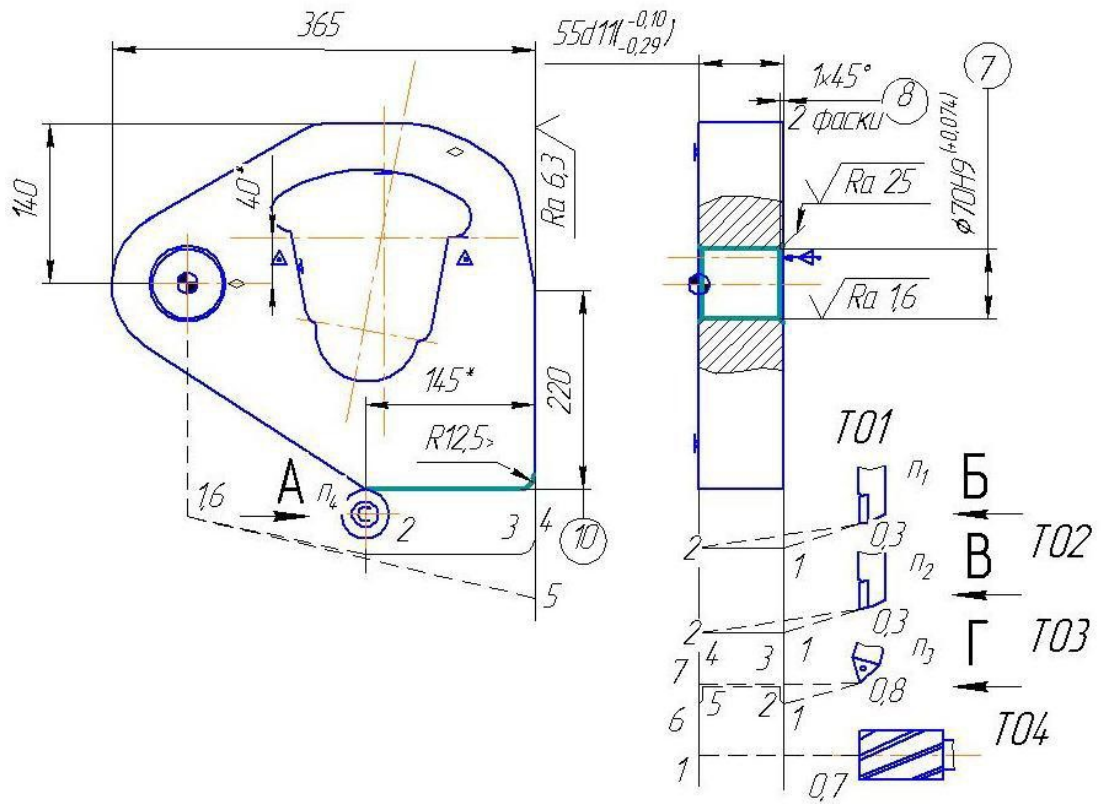
005 Фрезерна з ЧПУ



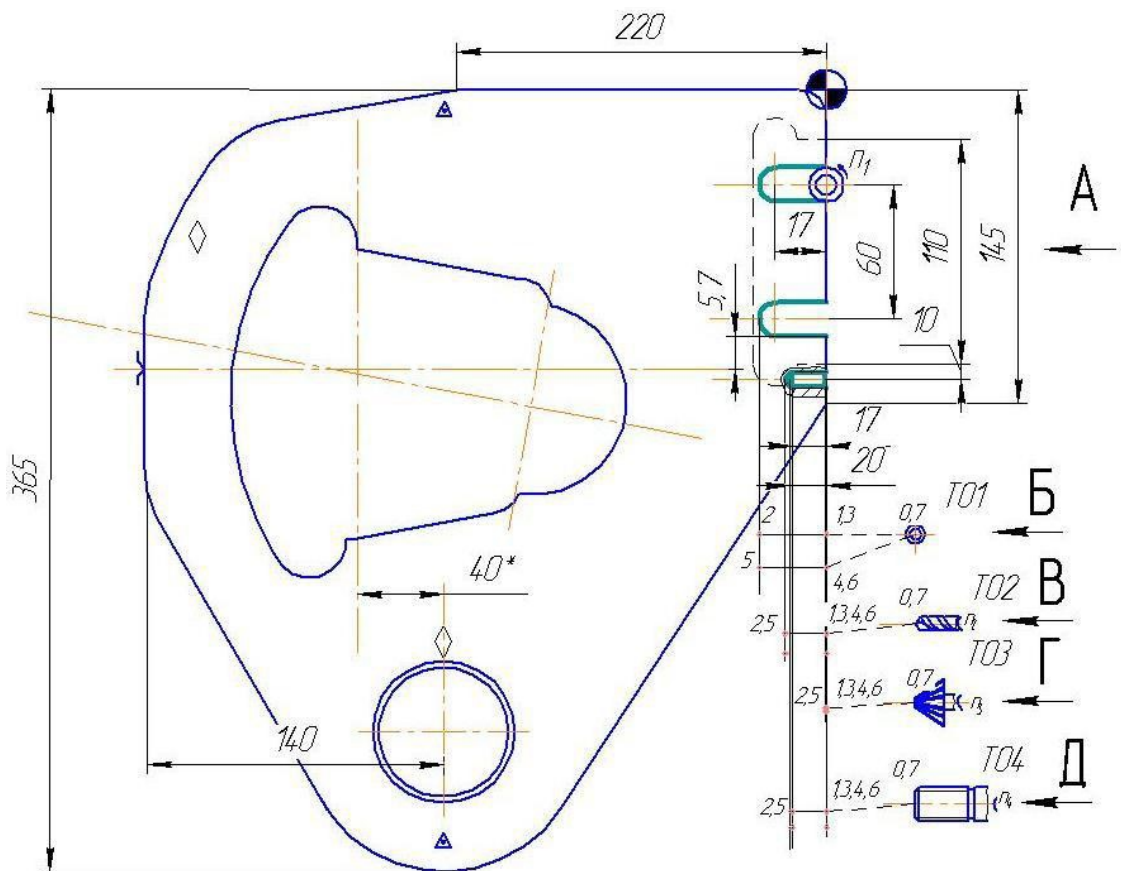
010 Плоскошліфульна



015 Розточна з ЧПУ



025 Координатно-розточна



Таблиця 4.3 – Координати опорних точок траєкторії руху ріжучого інструменту на першому переході

005 Фрезерна з ЧПУ

| Точки | X | Y | Z |
|-------|-----|-----|-----|
| 0,7 | 78 | 75 | 150 |
| 1 | 75 | 75 | 0 |
| 2 | 290 | 75 | 0 |
| 3 | 290 | 130 | 0 |
| 4 | 75 | 130 | 0 |
| 5 | 75 | 185 | 0 |
| 6 | 290 | 185 | 0 |

015 Розточна з ЧПУ

| Ріжучий інструмент | Точки | X | Y | Z |
|--------------------|-------|-------|-------|-----|
| ТО1 | 0,3 | 0 | 0 | 205 |
| | 1 | 34,75 | 34,75 | 55 |
| | 2 | 34,75 | 34,75 | 0 |
| ТО2 | 0,3 | 0 | 0 | 205 |
| | 1 | 35 | 35 | 55 |
| | 2 | 35 | 35 | 0 |
| ТО3 | 0,8 | 0 | 0 | 205 |
| | 1 | 36 | 36 | 55 |
| | 2 | 35 | 35 | 54 |
| | 3 | 30 | 0 | 54 |
| | 4 | 30 | 0 | 1 |
| | 5 | 35 | 35 | 1 |
| | 6 | 36 | 36 | 0 |
| 7 | 30 | 0 | 1 | |

| | | | | |
|-----|-----|-------|-------|-----|
| ТО4 | 0,7 | 0 | 0 | 205 |
| | 1,6 | 0 | 240 | 0 |
| | 2 | 155 | 240 | 0 |
| | 3 | 287,5 | 240 | 0 |
| | 4 | 300 | 227,5 | 0 |
| | 5 | 300 | 240 | 0 |

025 Координатно–розточна

| Ріжучий інструмент | Точки | X | Y | Z |
|--------------------|-------|-----|-----|------|
| ТО1 | 0,7 | 100 | 42 | 0 |
| | 1,3 | 0 | 42 | 0 |
| | 2 | 17 | 42 | 0 |
| | 4,6 | 0 | 102 | 0 |
| | 5 | 17 | 102 | 0 |
| ТО2 | 0,7 | 100 | 135 | 10,5 |
| | 1,3 | 0 | 135 | 10,5 |
| | 2 | 20 | 135 | 10,5 |
| | 4,6 | 0 | 135 | 44,5 |
| | 5 | 20 | 135 | 44,5 |
| ТО3 | 0,7 | 100 | 135 | 10,5 |
| | 1,3 | 0 | 135 | 10,5 |
| | 2 | 1 | 135 | 10,5 |
| | 4,6 | 0 | 135 | 44,5 |
| | 5 | 1 | 135 | 44,6 |
| ТО4 | 0,7 | 100 | 135 | 10,5 |
| | 1,3 | 0 | 135 | 10,5 |
| | 2 | 17 | 135 | 10,5 |
| | 4,6 | 0 | 135 | 44,5 |
| | 5 | 17 | 135 | 44,5 |

4.5 Складання розрахунково–технологічної картки та карти налагодження верстата

Проектування схем інструментальних налагоджень починається з вибору вигляду інструментальної налагодження. Перегляд інструментального налагодження (одноінструментальний, багатоінструментальний) визначається конфігурацією деталі, що обробляється; технічними вимогами до неї; типом верстата, обраного для її обробки; партією запуску заготовок у виробництво; кваліфікацією верстатника.

Схеми налагодження розробляються при застосуванні в технологічному процесі багатошпindelних, багатоінструментальних і багатомісних верстатів. Основним технологічним документом у цьому випадку є карта налагоджень. Карта налагоджень є документом, що надає допоміжну інформацію до технологічних процесів (операцій) з налагодження засобів технологічного оснащення.

На карті налагодження зображується:

- деталь, яка обробляється, в закріпленому вигляді на установчих елементах пристрою. Деталь – лініями, товщина яких $(1,5-2) S$. Поверхні деталі, що обробляється $(2,5-3) S$;
- різний інструмент показано в кінцевому положенні;
- розміри, що витримуються на даній операції, з граничними відхиленнями;
- таблиця режимів різання по переходах;
- таблиця опорних точок;
- циклограма руху інструментів із зазначенням довжини (РХ), величини швидкого підводу (ШП) але швидкого відведення (НТВ) інструмента.

Карту інструментальної налагодження наведено у графічній частині проекту.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ, ЕКОЛОГІЧНА ТА АВАРІЙНА БЕЗПЕКА

5.1 Аналіз виробничих умов

Спроектовано механічний цех, в якому розташовано 15 верстатів: три 2A620F1, три 2Ye460A, п'ять 6R13RF3, два ZD725 і ще два 6550F3. У цеху обробляються деталі з сталі.

Згідно з ДСТУ 12.1.005–98 для забезпечення нормальних умов праці в цеху, для категорії робіт – II б (середньої тяжкості), необхідно створити такі умови:

а) температура повітря:

– теплий період від 20 ° до 22° С;

– холодний період від 17 ° до 19° С;

б) відносна вологість повітря від 40 до 60 %;

в) швидкість руху повітря в холодний період – не більш ніж 0,4 м/с; у теплий період від 0,2 до 0,5 м/с.

Забезпечення зазначених метеоумов здійснюється за допомогою відкритих аераційних промов, загальної приточно–витяжної вентиляції, а взимку за рахунок обігріву повітря опалювальною системою.

На воротах цеху встановлена тепла повітряна завіса для того, щоб попередити проникнення холодного повітря в цех в холодний період часу.

Теплове випромінювання на робочих місцях незначне, тому заходи щодо захисту не потрібні.

Шум і вібрація

Шум верстатів, які використовуються на ділянці має середньо частотний характер. Основними джерелами шуму і вібрації металорізальних верстатів є: електродвигуни, зубчасті передачі редукторів, коробок подач і швидкостей, передачі за допомогою ланцюгів, кулачкові механізми, підшипникові вузли та безпосередньо сам процес обробки. Відповідно до нормативів допустимий рівень шуму 80 дБА.

Рівень вібрації не повинен перевищувати 92 дБ за ДСТУ 12.1.012–90.

Освітлення

На ділянці використовується природне і комбіноване освітлення. Згідно з СНіП II–4–79 роботи, які виконуються на ділянці відносяться до категорії середньої точності (III розряд, об'єкт розпізнавання 0,3–0,5 мм).

Загальне освітлення цеху здійснюється світильниками типу OSPO2 – 700/Г50 з лампами ДРЛ 700. Освітленість – 200 ЛК.

Запилення і загазованість

Основними шкідливими факторами при обробці металів на металорізальних верстатах є мастильно–охолоджувальна рідина (МОР) і запиленість від оброблюваного матеріалу.

Концентрація пилу матеріалу, що обробляється, згідно з ДСТУ 12.1.005–88, повинна бути не більше 6 мг/м³.

Загазованість парами МОР по ДСТУ 12.1.005–88 має бути не більше 5 мг/м³.

Безпека при експлуатації верстатних пристроїв

На ділянці, що проектується використовуються універсальні та спеціальні пристрої. При їх експлуатації можливі наступні небезпечні моменти, які можуть призвести до травмування працюючих: виривання заготовлі через слабе закріплення, обмеження пальців рук і затягування спецодягу, обрив шлангів у пневмо– і гідроприводах затисків тощо.

Для запобігання травмування необхідно виконувати ДСТУ 12.2.029–88 вимоги “Верстатні пристосування. Загальні вимоги безпеки”.

Необхідно щоб:

- а) зусилля затискання перевищувало зусилля різання в 2,5 рази;
- б) зазор між притиском і заготовлею був не більше 0,5 мм;
- в) виключалося накопичення стружки.

Електробезпека

Електрозабезпечення здійснюється 3-х фазною 4-х провідною мережею напругою 380\220 В. Ділянка, що проектується, за небезпеки враження електричним струмом відноситься до II класу: приміщення з підвищеною небезпекою за ПУЭ-85, бо підлога цеху зроблена із залізобетону, який пропускає струм.

Для забезпечення безпечної експлуатації обладнання на ділянці, передбачено:

- а) провідники, кабелі які здійснюють електроживлення прокладене в металевих трубах;
- б) електричні провідники повинні мати відповідні кольори, що до їх призначення і бути ізольовані;
- в) верстати повинні мати заземлення, занулення, захисне вимкнення, блокування;
- г) використовується така напруга ($U = 24 \text{ В}$) для світильників місцевого призначення;
- д) двері шаф з електрообладнанням заблоковані з аварійним вимикачем таким чином, щоб усунути можливість їх відкриття при увімкненому вхідному вимикачі;
- е) контактні затискачі вхідних вимикачів, які призначені для приєднання проводів, що йдуть від джерела струму, закриті кришками з ізоляційного матеріалу;
- ж) верстати повинні кнопку аварійного відключення;
- і) знаки безпеки (на дверях електрошафи), попереджувальні написи;
- к) електронебезпечні місця пофарбовані в червоний колір;
- л) гумові килимки, або дерев'яні підставки.

Пожежна безпека

Речовини та матеріали, які застосовуються в технологічному процесі виготовлення деталі пожежобезпечні. Ділянка належить до категорії, Д – не горючі речовини. Так, як дільниця розташована в механічному цеху, яка у свою черга знаходиться під одним дахом з іншими цехами, то виробнича

будівля має тільки зовнішні стіни з навісних панелей і належать до негорючих, ступінь вогнестійкості – II, допустима кількість поверхонь – 2.

Для запобігання пожежі передбачені:

а) захист електрообладнання від струмів короткого замикання плавкими запобіжниками;

б) захист електроприладів від перевантаження, тобто автоматичне вимкнення їх від мережі;

в) розміщені вогнегасники ОУ–5, ОХП (ВП);

г) у цеху розміщені щити пожежники;

д) ганчірки складаються в металевих ящиках і періодично вивозяться;

е) вибране електрообладнання закритого типу. На ділянці є місце де розташовані засоби гасіння пожежі.

У цеху передбачені шляхи для евакуації шириною 3 м. Відстань від робочого місця до виходу не перевищує 30 м.

5.2 Створення безпечних, нешкідливих умов праці

Загальна техніка безпеки для верстатів:

Основні вимоги перед початком роботи:

1. Перевірити, як прибране робоче місце, ознайомитися з несправностями верстата під час попередньої зміни і прийняти заходи щодо їх усунення.

2. Привести в стрій робочий одяг.

3. Перевірити стан решітки під ногами.

4. Перевірити стан ручного інструменту.

5. Прибрати робоче місце.

6. Підключити верстати до електромережі, увімкнути освітлення і відрегулювати положення лампи так, щоб світло не світило в очі.

7. На холостому ході перевірити справність кнопок “пуск” і “стоп”.

8. Підготувати засоби індивідуального захисту та перевірити їх справність.

9. Про всі знайдені несправності повідомити майстру.

Основні вимоги в процесі роботи:

1. Вага і габаритні розміри оброблюваних деталей повинна відповідати паспортним даним верстата;

2. При обробці деталей масою більше 16 кг встановлювати і знімати їх потрібно за допомогою вантажоподібних пристроїв;

3. Забороняється працювати в рукавицях і рукавичках;

4. Перед кожним включенням верстата переконатися, що пуск верстата ні кому не загрожує;

5. Якщо в процесі обробки утворюється стружка, встановити переносні екрани для захисту оточуючих, а для себе захисні окуляри;

6. Правильно складати оброблені деталі, не закривати підходи до верстата;

7. Постійно здійснювати контроль за стійкістю деталей;

8. Обов'язково вимикати верстат після завершення роботи і в перервах від подачі електроенергії.

Основні вимоги щодо завершення роботи:

1. Виключити верстат і привести до ладу робоче місце.

2. Стружку змести в піддон.

3. Перевірити якість прибирання верстата, виключити місцеве освітлення і відключити верстат від електромережі.

4. Про всі недоліки в роботі верстата повідомити майстру.

5. Здійснити санітарно-гігієнічні заходи.

Крім зазначеного кожен верстатник повинен працювати тільки на тому верстаті, до експлуатації якого він допущений і виконувати ту роботу, яка доручена йому адміністрацією цеху.

Техніка безпеки при роботі на верстатах фрезерної групи

До основних верстатів фрезерної групи належать вертикально-фрезерні, горизонтально-фрезерні, універсально-фрезерні, поздовжньо-фрезерні, спеціальні та спеціалізовані фрезерні верстати.

При роботі на цих верстатах травми верстатнику можуть бути нанесені фрезою, стружкою, що обробляється деталлю, і пристосуванням для її закріплення. Поранення фрезою може відбутися головним чином під час її обертання, за відсутності приладів, що огорожують фрезу, і при порушенні правил експлуатації верстата. Так іноді фрезерувальник вимірює деталь під час роботи верстата або видаляє стружку руками та іншими предметами. Нещасні випадки можуть відбутися при закріпленні деталі або при знятті її зі верстата, коли руки робітника знаходяться поблизу від неогороженої фрези.

Для попередження порізів рук необхідно огорожувати фрезу, користуватися спеціальною незношеною щіткою для вилучення з верстата стружки. Не можна вимірювати деталь поблизу відкритої фрези.

Найбільшу небезпеку для верстатників становлять неогорожені дискові і торцеві фрези з вставними ножами, які використовуються при фрезеруванні на горизонтально і вертикально фрезерних верстатах. Завдання безпеки зазвичай вирішується у двох напрямках: шляхом застосування відкриваються загороджень зони різання (столу в зоні різання) і огорожує ріжучого інструмента в неважкій його частині.

Велике значення має захист від травм літаючої стружки. У відмінності від точіння при фрезеруванні дорогих матеріалів (у тому числі і сталей) створюється тільки відлітаюча елементна стружка різної форми. При сучасних режимах різання стружка має високу температуру і становить небезпеку для верстатника, так як може травмувати очі і призвести до опіку відкритих частин тіла. Огорожує зони різання забезпечує захист від літаючої стружки в бік робочого місця. Основний потік стружки створюється при фрезеруванні дисковими і торцевими фрезами, у багатьох випадках можливо направляти – від себе шляхом відповідного з'єднання напрямку обертання фрези і подачі (зустрічного або попутного фрезерування), а при торцевому фрезерування також, і шляхом відповідного положення деталі, що обробляється щодо центру фрези.

При фрезеруванні дуже пильних тендітних матеріалів і неметалевих матеріалів важливу роль відіграє обеспилювання робочої зони, а при

фрезеруванні з поливом або розпиленням МОР – попередження робочої зони аерозолями МОР.

Техніка безпеки при роботі на фрезерних верстатах

Щоб уникнути отримання травм робітник, крім загальних правил безпечної роботи, повинен дотримуватися ще й специфічні правила, що обумовлені особливостями фрезерних верстатів. Вони полягають у наступному:

1. Ознайомитися за технологічною документацією з майбутньою роботою, перевірити комплектацію і справність пристосувань і інструмента.

2. Перевірити легкість пересування стільниці у всіх напрямках ручними подачами, при необхідності послабити стопорні пристрої і встановити стіл у положення, зручне для встановлення фрези.

3. Посадкові поверхні фрези, оправок, перехідних втулок, цанг і шпинделів, а також торці установочних кілець, щоб на них не залишалися забруднення і волокна від обтирочного матеріалу.

4. При встановленні і знятті фрез остерігатися поранень рук.

5. При фіксації хвостовика фрези в шпинделі верстата стоїть переконатися в тому, що він сідає впритул, без люфту, а саму фіксацію здійснювати, увімкнувши коробки швидкостей, щоб уникнути повертання шпинделя.

6. Після закріплення фрези перевірити величину биття. Налаштувати коробки швидкостей і подач на задані режими, а також встановити і закріпити упори автоматичного вимикання подач.

7. Місця кріплення заготовок вибирати найближчий к оброблюваній поверхні. Особлива увага має бути приділено стану поверхні столу. Перед встановленням заготовок на стіл верстата необхідно ретельно очистити його від забруднень і стружки. У разі кріплення заготовок на нерозпрацьовані поверхні варто застосовувати прихоплення з насічкою.

8. Якщо обробку роблять у пристосуванні, то необхідно: перед установкою пристосування протерти стіл і посадкові місця пристосування;

під час налагодження положення пристосування на столі верстата застосовувати тільки молотки зі вставками з м'якого матеріалу (міді, латуні) у разі кріплення заготовок за нерозпрацьовані поверхні в лещатах їх необхідно оснастити притискними губками з насічкою; закріплюючи заготовок за оброблені поверхні в лещатах, їх необхідно оснастити нагубниками з м'якого металу; при закріпленні циліндрових заготовок у патроні ділової головки варто застосовувати різні втулки з м'якого металу і прокладати фольгу.

9. У зв'язку з тим що найбільшу небезпеку для фрезерувальника представляє фреза і стружка, обов'язковим є застосування огорожі і пристосування для вловлювання і відведення стружки. У разі неможливості їх використання застосовують засоби індивідуального захисту – очки або щитки.

10. Перед встановленням заготовок на стіл верстата або в пристосуваннях очищати їх від забруднень, звертаючи особливу увагу на стан базових поверхонь; за наявності на базових поверхнях задирок та інших нерівностей видалити їх слюсарним інструментом.

11. Варто уникати розміщення на столі верстата допоміжних і вимірювальних інструментів, а також заготовок і оброблених деталей.

12. Застосовувати правильні прийоми роботи: заготівлю подавати до фрези тільки після включення обертання шпинделя, при цьому механічну подачу включати в зіткнення фрези з заготовкою; зупиняючи верстат, спочатку виключити подачу, потім відвести фрезу від оброблюваної деталі і виключити обертання шпинделя; відводити фрезу на безпечну відстань, щоб не нашкодити руці про її край при знятті обробленої деталі або її вимірюванні; стежити за правильним підведенням МОР в зону різання.

13. При знятті обробленої деталі, а також при її вимірюванні остерігатися поранення рук. Щоб уникнути поранень користуватися для зняття зазубрин слюсарним інструментом або абразивним бруском.

14. Якщо покромки фрези пофарбувалися її необхідно замінити.

15. Вилучати стружку зі столу після зняття кожної обробленої деталі за допомогою капронових, волосяних або щетинних щіток (для цієї мети можна використовувати також пиросос). Забороняється обдувка столу стисненим повітрям і використання металевих щіток і гачків.

16. У процесі роботи стружку видаляти тільки пензлем з ручкою, довжина якої не менше 250 мм. При цьому необхідно пам'ятати, що стружка, розкидана на підлогу, може бути причиною травм ніг і її варто періодично забирати.

17. При виникненні вібрацій зупинити верстат і прийняти заходи до їх усунення, перевірити стан і кріплення фрези, надійність кріплення деталі, що обробляється, і пристосування, режими різання.

18. Щіткою видаляти стружку з пристосування, зі столу і з станини, а пензликом або загостреною дерев'яною паличкою очищати від стружки і забруднень пази столу та інші важкодоступні місця. Збирати стружку з основи верстата і забирати її в спеціальну скриньку.

19. Для зняття фрези застосовувати спеціальний вибивач, попередньо розмістивши на столі верстата дерев'яний лоток, що запобігає псуванню як інструменту, так і столу верстата.

Електробезпека

Основні засоби захисту. Для захисту людини від враження електричним струмом є ціла система різних засобів і методів, які застосовуються в залежності характеру установок та умов їх експлуатації. Всі ці засоби захисту можна розділити на дві групи: загальні засоби захисту для всіх працюючих на виробництві, включаючи і верстатників; спеціальні засоби захисту електротехнічного персоналу.

До загальних належать засоби захисту:

1. Засоби, що забезпечують недоступність струмоведучих частин для випадкового доторкання; огорожі і ізоляція струмоведучих частин, в першу чергу проводів; розміщення струмоведучих частин на недоступній висоті

(застосовується в тих випадках, коли огорожі та ізоляція неможливі або недоцільні).

Слід пам'ятати що висота підвісу дротів напругою до 1000 V на території підприємства повинна бути не менше 6 м від землі і не менше 2 м від дорожньої точки даху будівлі. При перетині високовольтними повітряними лініями залізничних колій висота їх підвісу повинна бути не менше 7,5 м від головки рейки.

2. *Застосування низької напруги.* Для харчування наприклад електроінструмента і ручних переносних електроламп використовуючи напруга 12 V для особливо небезпечних умов (висока вологість, робота всередині металевих резервуарів і т. д.) і не більше 42 V для сухих приміщень. Низька напруга використовується також для харчування світильників місцевого освітлення верстатів.

3. *Захисне заземлення* – навмисне електричне з'єднання з “землею” корпусу верстатів і другого обладнання, що не знаходиться під напругою з метою знизити напругу доторкання до безпечної величини при переході напруги небезпечної величини на корпус верстата внаслідок пошкодження ізоляції “пробою на корпус”.

Заземленню підлягають всі металорізальні верстати та їх комплекси. Потрібно мати на увазі що пристрою захисного заземлення передую його розрахунок відповідними фахівцями, а надійність і ефективність його роботи повинна періодично перевірятися відповідно до діючих правил і нормам.

4. *Захисне вимикання* – спеціальний пристрій, автоматично вимикає електричну установку у випадку її пошкодження, в тому числі – “пробою на корпус”.

Захисне вимикання застосовується головним чином у рухливих електроустановках, а також у випадках коли пристрій захисного заземлення неможливе або ускладнене.

Постійне обслуговування та ремонт електроустановок можуть виконуватися тільки спеціально вивченим електротехнічним персоналом, якому іноді доводиться працювати під напругою. У зв'язку з цим

використовується ряд спеціальних захисних засобів для електротехнічного персоналу залежно від умов роботи:

1. Ізолюючі штанги – призначені для відключення і увімкнення одноставевих роз'єднувачів для накладання переносних заземлень тощо.

2. Ізолюючі кліщі – застосовуються при обслуговуванні під напругою трубних запобіжників.

3. Тривірні кліщі – служать для вимірювання струму, що протікає в дроті, шині, кабелі тощо.

4. Діелектричні рукавички, калоші, боти і килимки – використовуються як допоміжні засоби захисту, але при роботі під високою напругою вони можуть використовуватися як основні засоби захисту. Крім того діелектричні боти і калоші можуть служити як засобом захисту від крокової напруги.

5. Ізолюючі підставки – застосовуються як ізолюючої основи (як і діелектричні килимки). Особливо важлива їх захисна роль при різних операціях з електрообладнанням у вологих приміщеннях.

Важливу захисну роль при роботі під напругою до 1000 V виконує монтерський інструмент з ізольованими рукоятками.

Основні та допоміжні засоби захисту застосовують разом, їх необхідно періодично перевіряти на діелектричну міцність. Для захисту органів зору від світлового і механічного впливу при виконанні електротехнічних робіт служать відповідні очки.

Розрізняють електротравми викликані проходженням струму через тіло людини і електротравми при яких не виникають опіки, осліплення променями електричної дуги, падіння з висоти в результаті судомного руху.

Виникнення електричного ланцюга через тіло людини можливо у випадках:

а) однофазне доторкання;

б) двофазне доторкання;

в) наближення на небезпечну відстань людини до не ізолюючих струмоведучих частин електроустановки;

г) доторкання людини до не ізолюючих металевих корпусів електрообладнання;

д) включення людини який знаходиться в зоні розтікання струму (напруга кроку);

е) вплив атмосферного електроструму.

Найбільш шкідливим впливом електротравми є електричний удар – тобто ураження організму при якому спостерігається параліч м'язів опорно рушійного апарату, м'язів грудної клітини (дихання), м'язів шлуночків серця.

У першому випадку судомне скорочення м'язів не дозволяє людині самостійно звільнитися від контакту з електроустановкою. При паралічі дихання зупиняється газообмін і постачання організму киснем, внаслідок чого настає задуха. При паралічі серця його функція зупиняється повністю або частково і деякий час працює в режимі фібриляції, при цьому порушується кровообіг, що призводить до смертельного випадку.

Медичною практикою встановлено що після зупинки серця і дихання внаслідок кисневого голодування через 5–6 хвилин руйнуються клітини центральної нервової системи в наслідок чого відбувається втрата свідомості і зупиняється управління функціями всіх органів тіла. Цей стан носить назва клінічна смерть так як клітини інших органів тіла ще живі. У такій ситуації потрібно робити штучне дихання рот у рот. При більшій тривалості відсутності дихання та кровообігу зупиняється життєдіяльність інших клітин і органів і настає біологічна смерть.

Виходячи з цього перше що потрібно зробити при поразці людини струмом відключити електроустановку, або за допомогою підсобних коштів звільнити постраждалу людину від контакту з електроустановкою і приступити до штучного дихання і непрямого масажу серця.

Розрізняють три ступені впливу струму при проходженні через організм людини:

а) відчутний струм (2 мА) – викликає відчуття роздратування;

б) невідпускаючий струм (10–15 мА) – призводить до судомних скорочень м'язів руки в якій знаходиться провід;

токсичні продукти горіння, дим, знаходження технологічного обладнання під наругою та інше.

Для практичної реалізації профілактичних засобів на підприємстві організовують постійно діючу пожежно технічну комісію, добровільну пожежну дружину.

Всі робочі проходять первинний і повторний протипожежний інструктаж.

Первинний протипожежний інструктаж в обов'язковому порядку проходять всі, знову що надходять на роботу. Його частіше всього об'єднують з інструктажем з охорони праці.

Повторний інструктаж проводять на робочому місці. У кожному випадку при появі диму, запаху гару верстатник повинен:

- відключити подачу електроенергії до верстата, зупинити транспортні засоби, виключити вентиляцію;

- повідомити в пожежну охорону по телефону або оповіщувачу пожежної сигналізації;

- вжити заходів щодо виклику до джерела пожежі начальника цеху, зміни, ділянки;

- приступити до гасіння пожежі первинними засобами вогнегасіння, які є в цеху.

Для протікання процесу горіння необхідні окислювач, горюча речовина і джерело запалення. Горюча рідина та окислювач становлять горючу суміш, а джерело запалення викликає в ній реакцію окислення.

Найбільш частими причинами, коли електричні установки бувають як джерела запалення, є: короткі замикання в електропроводках, електричному обладнанні; струмові перевантаження; великі перехідні опори.

Швидку ліквідацію виникнення пожежі забезпечує вибір вогнегасіння.

Для припинення горіння використовують такі способи:

- охолодження зони горіння або найбільш горючих речовин;

- ізоляцію регулюючих речовин від зони горіння;

- водою, піною, порошками, піском, інертними газами, покривалами з негорючих матеріалів;
- розбавлення регулюючих речовин;
- хімічне гальмування реакції горіння галоїдованими вуглеводами (брометилом, фреонами).

Для ліквідації пожеж силами робітників, ділянки цеху повинні бути забезпечені згідно з чинними нормами первинними засобами вогнегасіння. До числа первинних засобів вогнегасіння відносять внутрішні пожежні крани, вогнегасники, ручні насоси, бочки з водою, ящики з піском і пожежний інвентар.

Найбільш поширене як первинні засоби ліквідації вогню до прибуття пожежної команди – це гасіння за допомогою вогнегасників.

Згідно з ДСТУ 12,4009–93 Пожежна техніка для захисту об'єктів". Загальні вимоги вогнегасники класифікують на: хімічні пінні, вуглекислотні, вуглекислотні – брометиллові, порошкові, повітряне пінні, рідинні.

Вогнегасник ОХП–10. Вогнегасник хімічно пінний складається з металевого корпусу, в якому розміщена кислотна частина заряду, а в склянці кислота. Склянка розміщена в верхній частині корпусу і його горловина закрита рухомим гумовим клапаном.

При застосуванні вогнегасника його слід, як можна ближче звести до джерела пожежі, потім повернути рукоятку до відмови на 180 °; перевернути вогнегасник дном до гори і трошки тряхнути його, направивши у вогонь струмінь піни.

Вага зарядженого вогнегасника 12,6 кг, тривалість дії 60 с, дальність струменю до 8 м.

Вогнегасник ОХП–10 призначений для гасіння пожеж, що починаються, твердих, рідких і газоподібних речовин та матеріалів.

Вогнегасник експлуатувати при температурі навколишнього середовища від 5° до 45° С. Не можна використовувати його для гасіння пожеж електроустановок, які знаходяться під напругою та речовин які запалюються при взаємодії з водою.

Шум і вібрація

Інтенсивність шуму в приміщенні залежить не тільки від прямого, але і від відбитого звуку. Так, як зменшити прямий звук неможливо, то ми зменшимо енергію відбитих хвиль за рахунок акустичної обробки приміщення, тобто збільшимо еквівалентну площу звукопоглинання шляхом встановлення звукоізолюючого облицювання. Як матеріал для звукоізолюючих покрити використовуємо скловолокно, склотканину і ПВ лист.

Для зниження вібрації на все обладнання встановлено віброізолятор опору.

Запилення і загазування

На ділянці, що проектується є шліфувальні верстати. Для цих верстатів передбачена місцева витяжна вентиляція.

Антимікробний захист МОР проводиться додаванням присадок і періодичною пастеризацією рідини. Заміна МОР, очищення для її приготування, очищення трубопроводів і систем подачі проводиться не рідше одного разу на шість місяців.

Зберігається МОР в чистих сталевих резервуарах. Для зменшення кількості аерозолі МОР у повітрі робочої зони використовують спеціальні конструкції для подачі і розпорошення цієї рідини.

Безпека при експлуатації верстатних пристроїв

Для запобігання травмування необхідно виконувати ДСТУ 12.2.029–98 вимоги “Верстатні пристосування. Загальні вимоги безпеки”.

Необхідно щоб:

- а) зусилля затиску перевищувало зусилля різання в 2,5 рази;
- б) зазор між притиском і заготівлею був не більше 0,5 мм;
- в) виключалося накопичення стружки;

г) були застібнуті всі – гудзики на спецодязі. У пневмоприводі затиску на випадок можливого падіння тиску (обриву шлангу або падіння тиску повітря) в системі встановлено зворотній клапан, який встановлюється на вході до пневмоциліндру.

5.3 Спеціальний розрахунок

Проводимо розрахунок систем загального розмірного освітлення люмінесцентними лампами для виробничого приміщення, в якому виконуються зорові роботи високої точності.

Розміри приміщення: довжина приміщення $a = 48$ м, ширина приміщення $b = 18$ м, висота $H = 8$ м. Приміщення має світлу побілку: коефіцієнт відбивання $P_{\text{стелі}} = 70\%$, $P_{\text{стіни}} = 50\%$. Висота робочих поверхонь $h_p = 0,8$ м.

Мінімальне освітлення приміщення, в якому виконуються зорові роботи розряду, становить $E = 300$ лм [40, т. 3.1], як світлові пристрої приймаємо світильники типу LPO01 (з двома лампами), які доцільно використовувати в даному випадку.

Оскільки світильники кріпляться до стелі, то їх висота над підлогою не перевищує 3,2 м, що не суперечить вимогам, відповідно яким $h_{0\text{min}} = 2,6\text{--}4$ м, коли у світильнику менше 4 ламп.

Визначаємо висоту ламп над робочою поверхнею:

$$h = h_0 - h_p = 3,2 - 0,8 = 2,4 \text{ м.}$$

Показник приміщення i становить:

$$i = \frac{a \cdot b}{Y + b} = \frac{48 \cdot 18}{8 \cdot 8 + 18} = 1,6.$$

При $i = 1,5$ $P_{\text{стелі}} = 70 \%$, $P_{\text{стіни}} = 50 \%$, для світильників LPO01 коефіцієнт використання рівний $K = 0,55$.

Визначаємо необхідну кількість світильників для забезпечення необхідної нормованої освітленості робітників поверхонь, якщо відомо, що в кожному світильнику встановлено по дві лампи LB-40, а світловий потік однієї такої лампи становить

$$N = \frac{A \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{2 \cdot \hat{O}_3 \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 504 \cdot 1,7 \cdot 1,1}{2 \cdot 3200 \cdot 0,55} = 80,34.$$

Приймаємо 80 світильників, які для рівномірності освітлення розташовуємо в чотири ряди по 20 штук у кожному. Загальна довжина всіх світильників в ряду буде складати $\sum L_{\hat{n}\hat{a}} = 1 \cdot 20 = 20$ м.

Це значення менше довжини приміщення, тому між світильниками будуть розриви по 0,23 м.

Визначаємо сумарну електричну потужність усіх світильників, встановлених у приміщенні:

$$\sum P_{\hat{n}\hat{a}} = P_{\hat{e}} \cdot N \cdot n = 40 \cdot 80 \cdot 2 = 6400 \text{ Вт} = 6,4 \text{ кВт}.$$

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі магістра розглянуто рівень технологічності конструкції, запропоновано ефективні зміни до технологічного процесу оброблення деталі на базі використання сучасних верстатів з ЧПК фірми Naas.

Розраховано припуски на механічну обробку аналітичним та табличним методами.

Визначено режими різання на технологічні операції оброблення поверхонь деталі за методикою фірми Sandvik Coromant, зроблено технічне нормування часу; розроблено технологічні операції й оформлено технологічну документацію.

Спроектовано механізований верстатний пристрій, виконано необхідні розрахунки пристрою, обрані установчі елементи, розраховано силовий привід.

В розділі «Охорона праці» проведено аналіз виробничих умов та запропоновано заходи для створення безпечних, нешкідливих умов праці.

Список використаної літератури

2. ДСТУ 7749:2015 Сталь вуглецева і чавун нелегований.
3. ДСТУ ISO 240:2015 Фрези. Розміри фрезерних оправок, що забезпечують взаємозамінність (ISO 240:1994, IDT).
4. ДСТУ 2233-93 ІНСТРУМЕНТИ РІЗАЛЬНІ
5. Справочник металлиста Т.4/ Под ред. М.Д. Новикова, Н.П. Орлова. – М.: Машиностроение, 1977.-720 с.
6. Общемашиностроительные нормативы времени на слесарную обработку и слесарно–сборочные работы по сборке машин. Массовое и крупносерийное производство. Слесарное производство. -М.: Машиностроение, 1972.
7. Общемашиностроительные нормативы времени на слесарную обработку и слесарно–сборочные работы по сборке машин. Мелкосерийное и единичное производство. Слесарное производство. -М.: Машиностроение, 1972.
8. А.Ф. Горбачевич, Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Минск. “Вышэйшая школа». 1983.
9. Бабук М.А. Дипломное проектирование по технологии машиностроения. Минск., Вышэйшая школа, 1979.
10. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя. Т 1,2,3; -М.: Машиностроение, 1979.
11. Технология машиностроения (специальная часть). А.А. Гусев, Е.Р. Ковальчук, И.Н. Колесов и др. – М.: Машиностроение, 1973. – 480 с.
12. Беспалова Б.Л. и др. Технология машиностроения– М.: Машиностроение, 1973. – 448 с.
13. Тарабасов Н.Д., Учаев П.Н. Проектирование деталей и узлов машиностроительных конструкций. Справочник. - М.: Машиностроение, 1983. – 290 с.
14. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.К. точность механической обработки, заготовки и припуски в машиностроении - М.: Машиностроение, 1977. – 288 с.
15. Проектирование технологических процессов механической обработки в машиностроении / Под ред. В.В. Бабука. - Минск. “Вышэйшая школа». 1987. – 256 с.
16. Барановский Ю.В. Режимы резания металлов. - М.: Машиностроение, 1972. – 407 с.
17. Общемашиностроительные нормативы режимов резания технического нормирования работ на металлорежущих станках. - М.: Машиностроение, 1974.
18. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени и времени на обслуживание рабочего места, на работы, выполняемые на

- металлорежущих станках. Массовое производство - М.: Машиностроение, 1974. – 136 с.
- 19.Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени и времени на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного времени для технического нормирования станочных работ. Серийное производство - М.: Машиностроение, 1974. – 136 с.
 - 20.Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих. - М. Машиностроение, 1974.
 - 21.Ансеров Н.А. Приспособления для металлорежущих станков. – Л.: Машиностроение, 1975. – 652 с.
 - 22.Корсаков В.С. основы конструирования приспособлений в машиностроении. - М. Машиностроение, 1983.
 - 23.Болотин Х.Л., Костромин Ф.П. Станочные приспособления. - М. Машиностроение, 1973. 215 с.
 - 24.Е.П. Горошкин. Проектирование технологической оснастки. М., Машиностроение, 1969.
 - 25.Дерябин А.Л. Программирование технологических процессов для станков с ЧПУ. - М., Машиностроение, 1984.
 - 26.Сафраган Р.Э. Технологическая подготовка производства для применения станков с ЧПУ. – К.: Техника, 1982. – 144 с.
 - 27.Маталин А.Д. Многооперационные станки. - М. Машиностроение, 1974. 320 с.
 - 28.Судоплатов И.П. Обработка деталей на станках с ЧПУ. - М. Машиностроение, 1976.
 - 29.Корсаков В.С. Автоматизация производственных процессов. - М. Высш.шк., 1978.
 - 30.Гжиров Р.И., Серебриницкий П.П. Программирование обработки на станках с ЧПУ. - Л. Машиностроение, 1990. 558 с.
 - 31.Каштальян И.А., Клевзович В.И. Обработка на станках с ЧПУ: Справочное пособие. - Минск. Высэйшая школа, 1989. – 271 с.
 - 32.Обработка металлов резанием. Справочник под редакцией А.Н. Панова - М.: Машиностроение, 1988.
 - 33.Кузнецов Ю.И., Маслов А.Р., Байков А.Н. Оснастка для станков с ЧПУ. Справочник. -М.: Машиностроение, 1990.
 - 34.Станочные приспособления: Справочник. В 2-х томах / Под ред. Вардашкина Б.Н. - М.: Машиностроение, 1984.
 - 35.Справочник инструментальщика / Под ред. И.А. Ординарцева. - Л. Машиностроение, 1987. 846 с.
 - 36.Точность и производственный контроль в машиностроении: Справочник / Под ред. А.К. Кутая. - Л. Машиностроение, 1983. 368 с.
 - 37.Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполненных на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ. Ч.2. Нормативы режимов резания. – М.: Экономика, 1990.
 - 38.Стискин Г.М., Гаевский В.Д. Токарные станки с оперативным программным управлением. – К.: Техника, 1989.

- 39.САПР управляющих программ для оборудования с ЧПУ на основе системы «Компас – ЧПУ». – Хмельницкий: ТУП, 1998.
- 40.Белов С.В. и др. средства защиты в машиностроении. Расчет и проектирование. - М.: Машиностроение, 1989.
- 41.Охрана труда в машиностроении. /Под ред. Юдина Е. Я., Белова С.В. М.: Машиностроение 1983.