

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет інженерії
(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра машинознавства та обладнання промислових підприємств
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної випускної роботи

освітній ступінь бакалавр
(бакалавр, магістр)

спеціальність 131 «Прикладна механіка»
(шифр і назва спеціальності)

на тему: «Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі
«Маточина» з обсягом випуску 28000 штук на рік»

Виконав: студент групи ТМ-16д _____ П.М. Бережний
(підпис) (ініціали і прізвище)

Керівник _____ О.В. Сергієнко
(підпис) (ініціали і прізвище)

Завідувач кафедри _____ В.Г. Созонтов
(підпис) (ініціали і прізвище)

Рецензент _____

РЕФЕРАТ

Бакалаврська робота за темою «Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі «Маточина» з обсягом випуску 28000 штук на рік»: 60 с., 14 табл., 12 рис., 20 джерел.

ВИРОБНИЦТВО; ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ КОНСТРУКЦІЇ, ТЕХНОЛОГІЧНІ БАЗИ, ЗАГОТОВКА, ДЕТАЛЬ, ПРИПУСК, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, РІЖУЧИЙ ІНСТРУМЕНТ, ПРИСТОСУВАННЯ, ВЕРСТАТ.

Об'єкт дослідження – процес механічної обробки деталі «Маточина» з обсягом випуску 28000 штук на рік.

Метою даної дипломної роботи є закріплення набутих навичок по розробці маршрутного технологічного процесу виготовлення деталей.

В технологічній частині дипломної роботи виконано аналіз технологічності деталі, проведено обґрунтування методу отримання заготовки, розраховані міжопераційні припуски і проведений розрахунок режимів різання.

В конструкторській частині роботи спроектоване і розраховане спеціальне верстатне пристосування для встановлення і закріплення деталі, спеціальний засіб контролю і спеціальний різальний інструмент – свердло-розгортка.

В організаційній частині виконано технічне нормування верстатних операцій, а також представлені основні вимоги до організації робочого місця верстатника.

В останньому розділі роботи розглядаються питання щодо охорони праці верстатника до, під час та після виконання механічної обробки деталі «Маточина» з використанням металообробних верстатів на підприємстві.

Метод дослідження – теоретичний, графічний та розрахунковий із застосуванням ЕОМ.

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ВСТУП | 4 |
| 1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА | 5 |
| 1.1 Аналіз призначення та умов роботи деталі "Маточина". | 5 |
| 1.2 Визначення типу виробництва. | 6 |
| 1.3 Аналіз технологічності деталі. | 8 |
| 1.4 Вибір методу виготовлення заготовок. | 11 |
| 1.5 Вибір технологічних баз. | 15 |
| 1.6 Проектування послідовності оброблення деталі. | 17 |
| 1.7 Розрахунок і призначення припусків на механічну обробку. | 21 |
| 1.8 Розрахунок режимів різання. | 25 |
| 2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА | 35 |
| 2.1 Проектування технологічного пристосування. | 35 |
| 2.2 Проектування спеціального контрольно-вимірювального засобу. | 38 |
| 2.3 Проектування спеціального ріжучого інструмента. | 44 |
| 3 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА | 49 |
| 3.1 Нормування технологічних операцій. | 49 |
| 3.2 Організація робочого місця верстатника. | 51 |
| 4 ОХОРОНА ПРАЦІ | 52 |
| ВИСНОВКИ | 58 |
| ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ | 59 |
| ДОДАТКИ | 61 |

ВСТУП

Розвиток технології обробки йде у напрямі підвищення продуктивності праці і зниження собівартості виготовлення деталей, вузлів і машин [1]. Це здійснюється, передусім, за рахунок точності виготовлення заготовок. Чим ближче заготовка до форми готової деталі, тим менше припуск на деталі, менше треба часу для виготовлення готової деталі, менше витрати на силову енергію і т. ін. Скорочується кількість операцій, що веде за собою зменшення кількості верстатів, робітників, інструменту.

Наступний шлях - впровадження нового високопродуктивного устаткування і технологічного оснащення. Нові верстати, новий різальний інструмент дозволяють збільшити режими різання при збереженні точності обробки.

Застосування нових методів обробки так само спрямоване на підвищення продуктивності праці.

Практичному, широкому застосуванню прогресивних типів технологічних процесів оснащення і устаткування, засобів механізації і автоматизації, сприяє єдина система технологічної підготовки виробництва (ЄСТПВ), що забезпечує для усіх підприємств і організацій системний підхід оптимізації вибору методів і засобів технологічної підготовки виробництва.

Для обробки однієї і тієї ж деталі можуть бути застосовані різні варіанти технологічного процесу, рівноцінні з точки зору технологічних вимог до виробу, але що мають значні коливання за економічними показниками.

Таким чином, завданням дипломної роботи є розробка технологічного процесу механічної обробки деталі «Маточина» з метою зниження собівартості виробу за рахунок виконання маршруту механічної обробки деталі з використанням найсучаснішого обладнання та найефективніших технологій.

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз призначення та умов роботи деталі «Маточина»

Деталь «Маточина» служить для установки і закріплення колеса на шасі тракторного причепа. Вона є однією з основних складових складального вузла «Вісь у зборі». У неї запресовуються обойми підшипників, на яких відбувається обертання колеса, а також болти, за допомогою яких колісний диск притягується до маточини.

Маточина є тілом обертання з різними посадочними і кріпильними отворами, розташованими як на вісі обертання (посадочні місця під підшипники), так і радіально на торцях деталі.

В ході роботи Маточина несе змінні радіальні навантаження.

Граничні відхилення гнізд під обойму підшипника відповідає 7 квалітету точності Р7. Невказані граничні відхилення розмірів, отримуваних механообробкою згідно ОСТУ 37.001.246-82.

Певною складністю є обробка внутрішніх поверхонь ($\varnothing 120P7_{-0.059}^{-0.024}$ и $\varnothing 125P7_{-0.068}^{-0.028}$). Ці отвори мають бути виконані в межах вказаних відхилень, відхилень допуску циліндричності 0,02 мм і мати радіальне і торцеве биття в межах 0,05 мм.

Так само утруднення може викликати наявність глухих отворів малого діаметру з різьбленням М6-7Н. Складність полягає в неможливості відведення стружки при нарізуванні різьблення і в результаті поломки різального інструменту (мітчика).

У іншому деталь досить технологічна, допускає застосування високопродуктивних режимів обробки, має хороші базові поверхні для первинних операцій і досить проста по конструкції. Розташування кріпильних отворів, як різьбових, так і гладких, допускає багатоінструментальну обробку, а так само обробку на верстатах з ЧПК.

1.2 Визначення типу виробництва

Тип виробництва і відповідна йому форма організації визначають характер технологічного процесу і його побудову. Згідно ДСТ 3.1121 - 84 [17] однією з основних характеристик виробництва, тобто класифікаційною категорією виробництва, є коефіцієнт закріплення операції - $K_{3.0}$.

$$K_{3.0} = \frac{\sum P_0}{P_{я}} = \frac{12\Phi K_{в} \sum P_0}{\sum N_i t_i}, \quad (1.1)$$

де $\sum P_0$ - сумарна кількість різних операцій;

$P_{я}$ - явочне число робочих підрозділів, що виконують різні операції;

Φ - місячний фонд робочого при роботі в одну зміну, $\Phi = 176$ год.;

$K_{в}$ - коефіцієнт виконання норм часу, $K_{в} = 1,3$;

$\sum N_i t_i$ - сумарна трудомісткість програми випуску, $\sum N_i t_i = 6$;

N_i - програма випуску i -ї порції номенклатури, $N_i = 28000$ шт.;

t_i - трудомісткість i -ї позиції, $t_i = 24,3$ хв. = 0,41 год.

Беручи до уваги те, що на дану деталь існує технологічний процес, розрахований стосовно до багатосерійного виробництва, можна для попереднього розрахунку коефіцієнта закріплення операцій прийняти трудомісткість виготовлення за базовим технологічним процесом.

$$K_{3.0} = \frac{12 \cdot 176 \cdot 1,3 \cdot 6}{28000 \cdot 0,41} = 1,44.$$

$K_{3.0}$ відповідно до ДСТ 3.11.0 - 84 приймають рівним:

$K_{3.0} = 1$ - для масового виробництва;

$1 < K_{3.0} < 10$ - для великосерійного виробництва;

$20 < K_{3.0} < 40$ - для дрібносерійного виробництва.

Отже, вибираємо тип виробництва - багатосерійне.

Форми організації технологічних процесів відповідно до ДСТ 14.312-84 залежать від встановленого порядку виконання операцій технологічного процесу, розташування обладнання, кількості виробів і напрямку їх руху при виготовленні. Встановлено дві форми організації технологічних процесів -

групова і потокова. Рішення про доцільність організації тієї чи іншої форми виробництва звичайно приймається на підставі порівняння заданого добового випуску виробів і розрахункової добової продуктивності потокової лінії.

Заданий добовий випуск виробів N_c і добова продуктивність потокової лінії Q визначаються за формулами:

$$N_c = \frac{N}{254}, \quad (1.2)$$

де 254 - кількість робочих днів в році.

$$N_c = \frac{28000}{254} = 110 \text{ шт.}$$

$$Q = \frac{\Phi_c}{T_{cp}} \eta_z, \quad (1.3)$$

де Φ_c - добовий дійсний фонд часу роботи обладнання (при двозмінному режимі роботи дорівнює 952 хв.);

T_{cp} - середня трудомісткість основних операцій, хв.;

η_z - коефіцієнт завантаження обладнання, який для масового і великосерійного виробництва можна прийняти не нижче 0,65...0,75.

Середня трудомісткість операції визначається за формулою:

$$T_{cp} = \frac{T_{шт}}{P_o K_e}, \quad (1.4)$$

$$T_{cp} = \frac{4,3}{4 \times 1,3} = 4,67 \text{ хв.}$$

де $T_{шт}$ - штучний час основної і-ї операції, хв.;

P_o - кількість основних операцій (без урахування операцій типу точіння фасок і ін.) для проектованого техпроцесу плануємо рівним 4.

$$Q = \frac{952}{4,67} \cdot 0,65 = 132.$$

Для умов великосерійного виробництва приймаємо рішення організувати ділянку по виготовленню деталі «Маточина» з цільовою предметною спеціалізацією.

1.3 Аналіз технологічності деталі

Для зручності проведення аналізу на технологічність та опису технологічного маршруту механічної обробки деталі позначимо усі оброблювані поверхні номерами позицій (рис. 1.1):

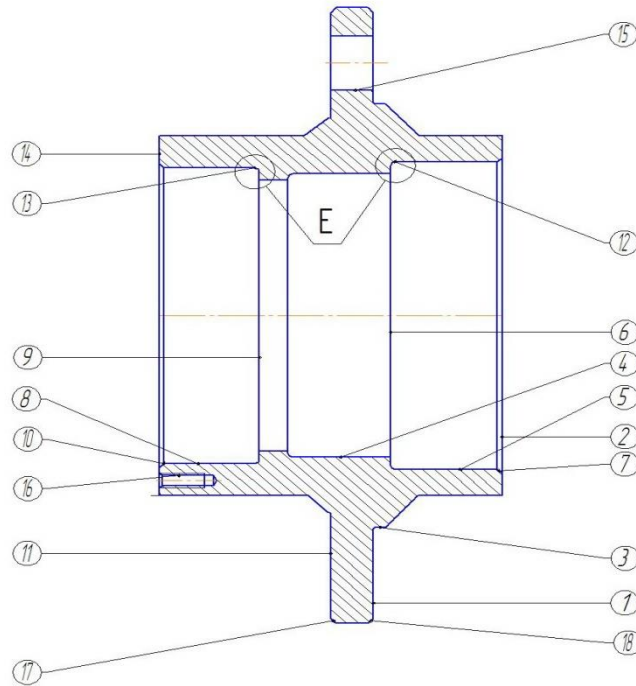


Рисунок 1.1 – Поверхні деталі «Маточина», що обробляються

Основні показники технологічності деталі [18]:

а) Рівень технологічності по трудомісткості:

$$K_{ym} = \frac{T_u}{T_{bu}}, \quad (1.5)$$

де T_u – трудомісткість виробу по проектному варіанту;

T_{bu} – трудомісткість виробу по базовому варіанту.

$$K_{ym} = \frac{T_u}{T_{bu}} = \frac{5,6 + 8,87}{15,09 + 8,87} = 0,60.$$

За цим показником виріб технологічний, оскільки зниження трудомісткості складає $40\% > 25\%$.

б) Рівень технологічності за технологічною собівартістю:

$$K_{yc} = \frac{C_m}{C_{bm}}, \quad (1.6)$$

де C_m – собівартість проектної деталі;

$C_{\delta m}$ – собівартість базової деталі.

$$K_{yc} = \frac{C_m}{C_{\delta m}} = \frac{232,36}{497,14} = 0,47.$$

За цим показником виріб технологічний, оскільки зниження технологічної собівартості складає $53\% > 25\%$.

в) Коефіцієнт використання металу:

$$K_{\delta m} = \frac{m_{\delta}}{m_3}, \quad (1.7)$$

де $m_{\delta} = 9,67$ кг – маса деталі;

$m_3 = 12,84$ кг – маса заготовки.

$$K_{\delta m} = \frac{9,67}{12,84} = 0,75.$$

г) Коефіцієнт уніфікації

$$K_y = \frac{Q_y}{Q_{ye}}, \quad (1.8)$$

де Q_y – кількість поверхонь;

Q_{ye} – кількість уніфікованих елементів.

$$K_y = \frac{19}{24} = 0,79.$$

По коефіцієнту уніфікації деталь технологічна, оскільки $K_y > 0,6$.

д) Коефіцієнт точності обробки:

$$K_{mч} = 1 - \frac{1}{A_{cp}}, \quad (1.9)$$

де A_{cp} – середній квалитет точності.

$$A_{cp} = (n_1 + 2n_2 + \dots + 19n_{19}) / \sum n_i, \quad (1.10)$$

де n_i – квалитет точність

$$A_{cp} = (7 \cdot 2 + 9 \cdot 1 + 10 \cdot 1 + 14 \cdot 10 + 15 \cdot 2) / 24 = 8,46.$$

$$K_{mч} = 1 - \frac{1}{8,46} = 0,88$$

По коефіцієнту точності обробки деталь технологічна, оскільки $K_{mч} > 0,8$.

е) Коефіцієнт шорсткості поверхні:

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{cp}}, \quad (1.11)$$

де B_{cp} – середня шорсткість поверхні.

$$B_{cp} = (0,01n_1 + 0,02n_2 + \dots + 40n_{13} + 80n_{14}) / \sum n_i, \quad (1.12)$$

де n_i – кількість поверхонь i - го класу шорсткості.

$$B_{cp} = (2,5 \cdot 5 + 6,3 \cdot 5 + 12,5 \cdot 3 + 80 \cdot 3) / 24 = 13,4;$$

$$K_{ш} = \frac{1}{13,4} = 0,07.$$

Додаткові показники технологічності деталі представлені в таблиці 1.1:

Таблиця 1.1 - Конструкторський аналіз деталі

| Найменування поверхні | Номер оброблюваної поверхні | Кількість поверхонь | Кількість уніфікованих елементів | Квалітет точності | Параметр шорсткості |
|---------------------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Зовнішні діаметральні поверхні | | | | | |
| Ø250 | не обробляється | 1 | 1 | 14 | 80 |
| Ø172h10 | 3 | 1 | - | 10 | 6,3 |
| Ø146 | не обробляється | 2 | - | 14 | 80 |
| Ø160 ₋₁ | 11 | 1 | - | 15 | 6,3 |
| Внутрішні діаметральні поверхні | | | | | |
| Ø120P7 | 8 | 1 | 1 | 7 | 2,5 |
| Ø125P7 | 5 | 1 | 1 | 7 | 2,5 |
| Ø115 | 4 | 1 | 1 | 14 | 12,5 |
| Ø110 | не обробляється | 1 | 1 | 14 | 80 |
| Ø22H9 | 15 | 6 | 6 | 9 | 2,5 |
| Лінійні розміри | | | | | |
| 120±0,7 | 2;14 | 1 | 1 | 15 | 6,3 |
| 35 | 9 | 1 | 1 | 14 | 2,5 |
| 46h14 | 6 | 1 | - | 14 | 2,5 |
| 6 | 1;6 | 1 | - | 14 | 6,3 |
| 15 | 1;11 | 1 | 1 | 14 | 6,3 |
| 10 | 9 | 1 | 1 | 14 | 12,5 |
| 19 | 16 | 3 | - | 14 | 12,5 |
| Ітого | | $Q_y = 24$ | $Q_{ye} = 19$ | | |

По коефіцієнту шорсткості деталь технологічна, оскільки $K_{ш} < 0,32$.

Згідно з результатами кількісної оцінки деталі «Маточина» можна зробити висновок, що деталь досить технологічна.

1.4 Вибір методу виготовлення заготовок

Матеріал, з якого виготовлена Маточина - Сталь 35. Хімічні та механічні властивості матеріалу представлені в таблицях 1.2 і 1.3.

Таблиця 1.2 - Хімічний склад Сталі 35 ДСТ 1050-88

| C | Si | Mn | Cr | S | P | Cu | Ni | As |
|-----------|-----------|-----------|-----------|------|-------|------|------|------|
| | | | Не більше | | | | | |
| 0,32-0,40 | 0,17-0,37 | 0,50-0,80 | 0,25 | 0,04 | 0,035 | 0,25 | 0,25 | 0,08 |

Таблиця 1.3 - Механічні властивості Сталі 35

| ДСТ | Стан поставки | Переріз, мм | σ_b , | δ_5 , | ψ | НВ, не більше |
|---------------------|--|-------------|--------------|----------------|--------|---------------------|
| | | | МПа | (δ_4) | | |
| | | | не менше | | | |
| 1577-81 | Листи відпалені або високовідпущені смуги нормалізовані або гарячекатані | 80 | 480 | 22 | - | - |
| | | 6-25 | 530 | 20 | 45 | - |
| 8731-87, 8733-87 | Труби гарячо-, холодно- і теплодеформовані, термооброблені | - | 510 | 17 | - | 187 |

Для аналізу методу отримання заготовки візьмемо такі варіанти її виготовлення:

1) у вигляді складального вузла, виготовленого шляхом зварювання двох деталей «Втулка» і «Фланець» (рис. 1.2, 1.3);

2) штампуванням в закритому штампі на кривошипному горячештампувальному пресі.

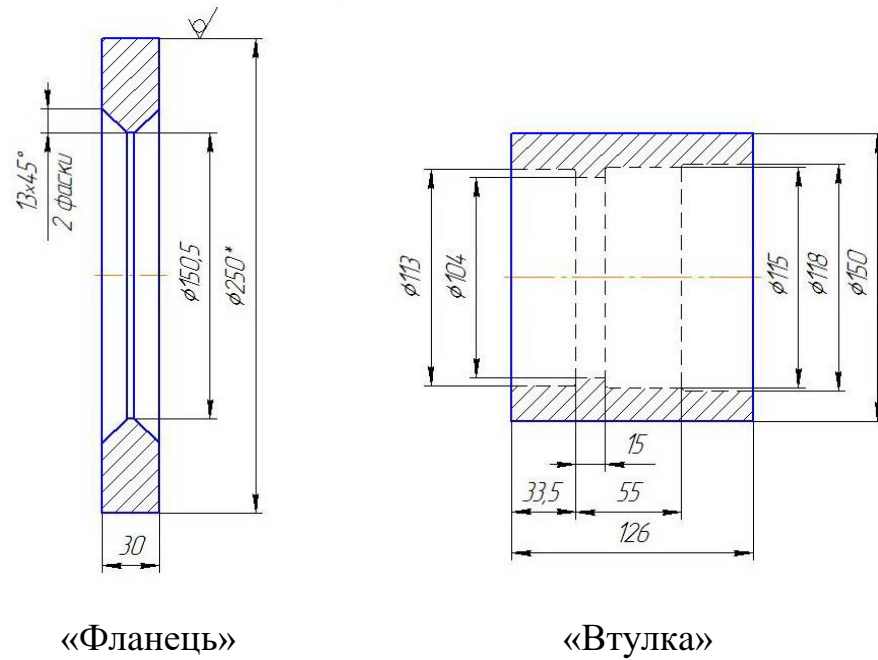


Рисунок 1.2 – Деталювання заготовки «Маточина» як складального вузла

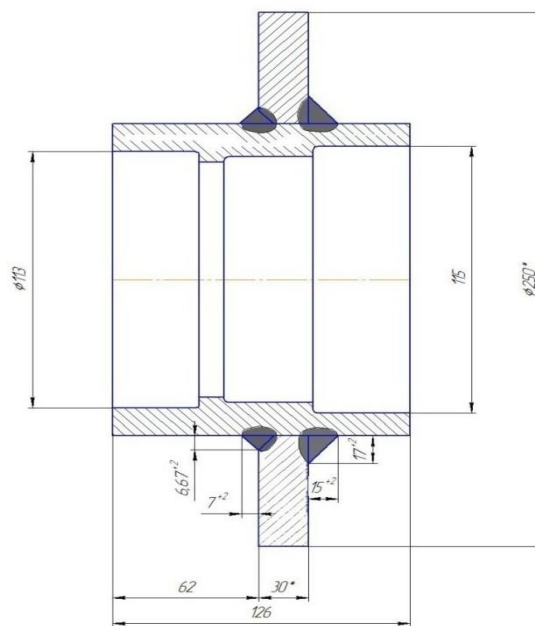


Рисунок 1.3 – Заготовка деталі «Маточина» (зварювальний варіант)

Перевагою першого методу отримання заготовки (зварювальний варіант) є:

- можливість отримання заготовки з сортового прокату, і, як наслідок, швидкість запуску нової деталі в виробництво;
- можливість розміщення замовлення на виготовлення заготовки деталі

практично на будь-якому підприємстві, навіть при відсутності ливарного або ковальсько-штампувального обладнання.

Недоліками такого методу отримання заготовки є:

- висока трудомісткість виготовлення деталей «Втулка» і «Фланець» - потрібна попередня механічна обробка внутрішніх поверхонь;
- необхідність виготовлення складально-зварювального пристосування;
- похибки базування деталі «Фланець» щодо деталі «Втулка» і, як наслідок збільшення припусків на обробку;
- додаткові операції зварювання та термообробки.

Все це позначається на збільшенні собівартості деталі.

Маса заготовки за першим варіантом складається з мас заготовок деталей, що входять в складальний вузол «Маточина» і виготовлених з сортового прокату, і маси зварювальних швів:

$$M_{зб} = M_{вт} + M_{фл} + M_{св}. \quad (1.13)$$

Деталь «Втулка» виготовляється з Труби 152x25 ДСТ 8732-78 довжиною 132 мм. Маса деталі «Втулка» $M_{вт} = 5,65$ кг.

Деталь «Фланець» виготовляється з Круга $\varnothing 250$ ДСТ 2590-88 довжиною 30 мм. Маса деталі «Фланець» $M_{фл} = 11,52$ кг.

Зварювальний дріт Св-08Г2С ОСТ 2246-70.

Маса зварних швів: $M_{св} = 0,49 + 0,27 = 0,76$ кг.

Таким чином,

$$M_{зб} = 5,65 + 11,52 + 0,76 = 17,93 \text{ кг.}$$

Коефіцієнт використання матеріалу за першим варіантом складає [3]:

$$K_{ем} = \frac{M_{д}}{M_{з}}, \quad (1.14)$$

де $M_{д}$ – маса деталі, $M_{д} = 9,67$ кг;

$M_{з}$ – маса заготовки, $M_{з} = 17,93$ кг.

$$K_{ем} = \frac{9,67}{17,93} = 0,54$$

Вартість заготовки з прокату орієнтовно може бути визначена за формулою:

$$C = M_3 \cdot S - (M_3 - M_0) \cdot S_{\text{відх}}, \text{ грн.} \quad (1.15)$$

де S – ціна 1 кг металопрокату;

$S_{\text{відх}}$ – ціна за 1 кг відходів.

Вартість 1 тонни стандартного прокату становить 24 тисячі грн.

Вартість 1 тонни сталевий стружки становить 4400 грн.

Вартість заготовки за першим варіантом складе:

$$C = 17,93 \cdot 24 - (17,93 - 9,67) \cdot 4,4 = 394 \text{ грн.}$$

Наведені витрати на попередню механообробку заготовок можна прийняти 7% від вартості заготовок [2], отже собівартість зварювального варіанту заготовки Ступиці становитиме:

$$C_M = 1,07 C_6 = 1,07 \cdot 394 = 421,55 \text{ грн.}$$

Отримання заготовки штампуванням в закритому штампі на кривошипному горячештампувальному пресі повинно знизити собівартість заготовки, зменшити припуски на механообробку, знизити трудомісткість, підвищити працездатність деталі «Маточина».

Маса заготовки за другим варіантом (гаряче штампування) – 14,25 кг.

Коефіцієнт використання матеріалу для даного варіанту (гаряче штампування):

$$K_{\text{вм}} = \frac{9,67}{14,25} = 0,68.$$

Вартість штампованої заготовки можна визначити як [2]:

$$C = S_3 \cdot M_3 \cdot K_c \cdot (5000/N) \cdot 0,15 \cdot K_m \cdot K_6, \text{ грн.}, \quad (1.16)$$

де S_3 – вартість 1 кг штампованих заготовок;

K_c – коефіцієнт складності (поковки, що мають виступаючі частини і отвори – 1.15...1.25);

N – річний обсяг виробництва заготовок, шт.;

K_m – коефіцієнт матеріалу (сталь вуглецева 0.9...1.04);

K_6 – коефіцієнт маси заготовки (до 60 кг – 0.9)

Вартість 1 тонни штампованих поковок становить 45 тисяч грн.

Отже вартість однієї заготовки за другим варіантом складе:

$$C = 45 \cdot 14,25 \cdot 1,2 (5000/28000) \cdot 0,15 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 173,81 \text{ грн.}$$

Собівартість з урахуванням відходів становитиме:

$$C_n = C - (M_3 - M_0) \cdot S_{отх}, \text{ грн.}, \quad (1.17)$$

$$C_n = 173,31 - (14,25 - 9,67) \cdot 4,4 = 153,16 \text{ грн.}$$

Зіставляємо два варіанти отримання заготовки по річній економії металу [2]:

$$E_m = (M_{31} - M_{32}) \cdot N, \text{ кг}, \quad (1.18)$$

де M_{31} і M_{32} – маса заготовок за першим (більш металомістким) і другим варіантом відповідно;

N – річний об'єм випуску (річна програма).

$$E_m = (17,93 - 14,25) \cdot 28000 = 110380 \text{ кг.}$$

Річний економічний ефект виготовлення заготовки:

$$E = (C_{32} - C_{31}) \cdot N, \text{ грн.}, \quad (1.19)$$

де C_{32} і C_{31} вартість заготовки по першому (більш дешевому) і другому варіантам, відповідно.

$$E = (421,55 - 153,16) \cdot 28000 = 8041,7 \text{ тис. грн.}$$

Порівнюючи два варіанти отримання заготовок вибираємо проектний варіант - штампування в закритому штампі на кривошипному горячостамповочному пресі.

1.5 Вибір технологічних баз

Операції 005 і 010 – Токарна:

На перших операціях обробляють основні бази з тим, щоб на подальших операціях їх використовувати як технологічні бази [5]. У нашому випадку на першій операції у якості технологічної бази використовують зовнішню циліндрову поверхню і торець великого фланця. Від цієї бази обробляються поверхні 1, 3 і 5, що є технологічними базами на подальших операціях.

Обладнання: У якості металоріжучого устаткування на даних операціях вибираємо сучасний двошпіндельний вертикальний оброблювальний центр з ЧПУ фірми «Hessapp» (Німеччина) мод. Dvt-320, який дозволяє поєднати обидві токарні операції на одному верстаті. Крім того на даному верстаті можна здійснювати і переходи, пов'язані зі свердлувальною обробкою. Тим самим економиться підготовчо-завершальний час, необхідний для перестановки деталей з одного верстата на інший. Підвищується точність обробки, оскільки велика кількість поверхонь обробляється з мінімальною кількістю установів.

Оснастка: Для закріплення деталі в автоматичному режимі використовуємо патрони токарні механізовані фірми BISON-BIAL (Польща) типу 2404-м $\varnothing 250$ мм.

Операція 015 - Алмазно-розточувальна:

На даній операції, в технологічному процесі, що розробляється, ми використовуємо пристосування з пневматичним затиском, що веде до зниження долі ручної праці і, як наслідок, трудомісткості.

Обладнання: Алмазно-розточний верстат мод. ОС 2706.

Оснастка: Пристосування настановне з пневматичним затиском.

Технологічними базами будуть оброблені на першій операції поверхні 1 і 3.

Операція 020 – Свердлувальна:

Дана операція залишається незмінною відносно базового технологічного процесу, оскільки має багатоінструментальну обробку, використання комбінованого інструменту, що дозволяє отримати точні отвори за один робочий хід.

Обладнання: Спеціальний свердлувальний верстат мод. СС 2157.

Оснастка: Пристосування настановне, голівка 6-ти шпіндельна.

У якості технологічний баз вибираємо поверхні 1 і 5. Для обробки 6 отворів $\varnothing 22H9$ конструкторською базою є поверхня 3, але оскільки поверхня 3 обробляється за один установ з поверхнею 5, а допуск розташування отворів відносно неї (R0,2) досить легкий досяжний, то вважаємо за можливе використовувати при обробці у якості технологічної бази поверхню 5.

Узагальнені дані зводимо в таблицю 1.4:

Таблиця 1.4 - Технологічні бази, устаткування, оснащення

| № опер. | Технологічна база | Обладнання | Оснащення |
|---------|---|-----------------|---|
| 005 | Торець фланця Зовнішній діаметр фланця | Hessapp DVT-320 | Патрон токарний механізований BISON-VIAL тип 2404-м \varnothing 250 |
| 010 | Поверхні 1,5 | Hessapp DVT-320 | Патрон токарний механізований BISON-VIAL тип 2404-м \varnothing 250 |
| 015 | Поверхні 1,3 | OC 2706 | Пристосування настановне з пневматичним затиском |
| 020 | Поверхні 1,5 | CC 2157 | Пристосування настановне, голівка 6-ти шпіндельна |

1.6 Проектування послідовності оброблення деталі

Операція 005 – Токарна:

Устаткування: Hessapp DVT-320

Характеристика: Вертикальний токарний двошпіндельний оброблювальний центр з ЧПК. Система ЧПК CNC Sinumerik Siemens 840 D.

Технологічна база: Торець фланця, зовнішній діаметр фланця.

Пристосування: Патрон токарний механізований 3х кулачковий BISON-VIAL тип 2404-м

Зміст операції [4]:

1. Встановити заготовку в патроні, закріпити.
2. Підрізувати за програмою, що керує, 2 торці одночасно згідно ескізу.
3. Точити за програмою, що керує, зовнішню поверхню $\varnothing 172_{-0,16}$ і зовнішню фаску $2 \times 45^\circ$.
4. Розточити за програмою, що керує, отвори $\varnothing 115$, $\varnothing 124,5^{+0,16}$, внутрішню фаску $2 \times 45^\circ$, торець, витримуючи розмір $39_{-0,62}$.

5. Розточити за програмою, що керує, канавку E згідно ескізу.

6. Відкріпити деталь.

Ескіз обробки зображено на рис. 1.4.

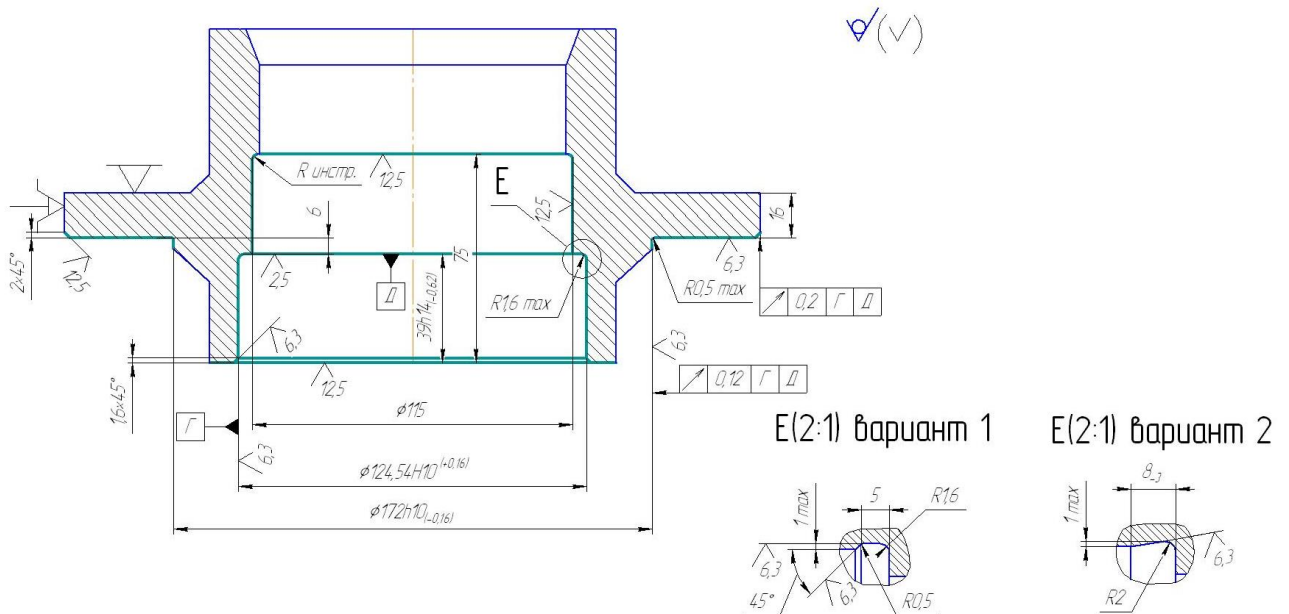


Рисунок 1.4 – Операційний ескіз на операцію 005

Операція 010 – Токарна:

Обладнання: Нессарр DVT-320

Характеристика: Вертикальний токарний двошпіндельний оброблювальний центр з ЧПУ. Система ЧПУ CNC Sinumerik Siemens 840 D.

Технологічна база: Поверхня 1, 5 (рис. 1.1).

Пристосування: Патрон токарний механізований 3х кулачковий BISON-VIAL тип 2404-м; регульований патрон для свердл С5-391.277-01 040А; різьбовий патрон із запобіжною муфтою 393.03-SES1.

Зміст операції [4]:

1. Встановити деталь в патрон, закріпити.
2. Точити за програмою, що керує, 2 торця, витримуючи розміри $\phi 160_{-1,0}$, $120 \pm 0,7$ и 15, фаску $2 \times 45^\circ$.
3. Розточити за програмою, що керує, отвір $\phi 119^{+0,2}$, витримавши розмір 35, фаску $1,6 \times 45^\circ$.

4. Розточити за програмою, що керує, канавку E, витримуючи розміри згідно з ескізом.
5. Свердлити послідовно за програмою, що керує, 3 отвори $\phi 4,95^{+0,26}$ на глибину 19.
6. Нарізати послідовно за програмою, що керує, різь М6-7Н на глибину 16 в 3^х отворах.
7. Розкріпити деталь, зняти на конвеєр.

Ескіз обробки зображено на рис. 1.5.

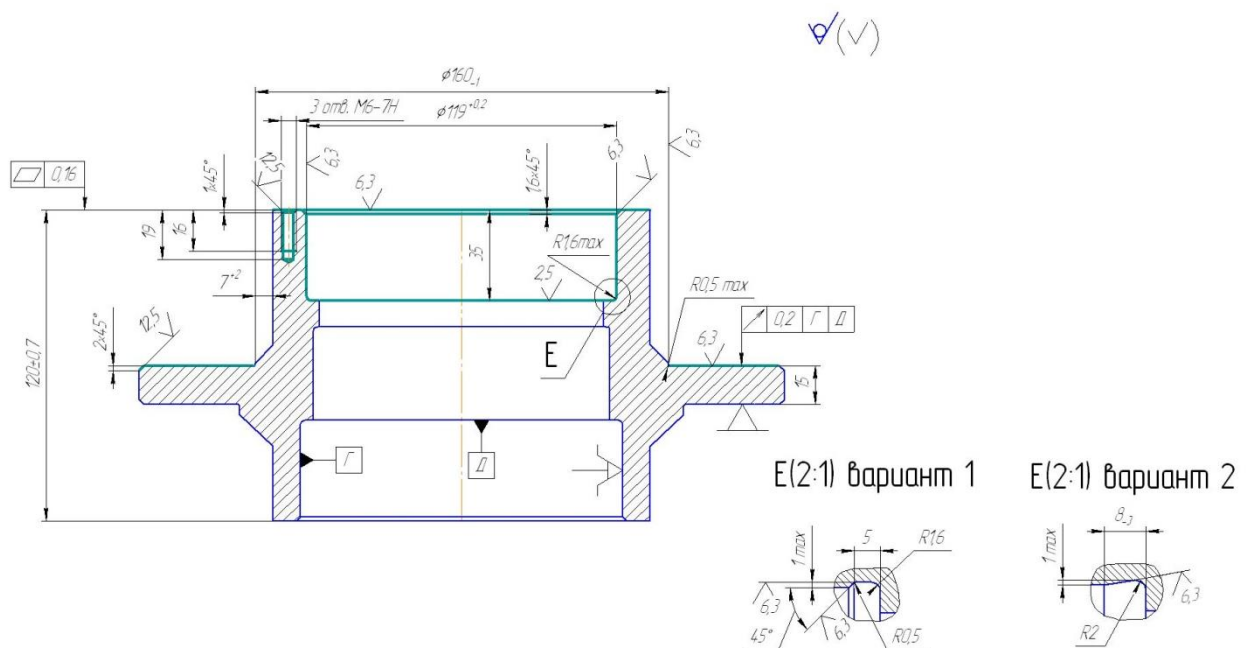


Рисунок 1.5 – Операційний ескіз на операцію 010

Операція 015 - Алмазно-розточувальна:

Обладнання: ОС 2706

Характеристика: Спеціальний алмазно-розточувальний верстат для одночасної двосторонньої обробки отворів.

Технологічна база: Поверхні 1 і 3 (рис. 1.1).

Пристосування: Пристосування настановне спеціальне.

Зміст операції [4]:

1. Встановити деталь в пристосуванні. Закріпити.
2. Розточити отвір $\phi 120^{-0,024}_{-0,059}$.

3. Розточити отвір $\varnothing 125_{-0,068}^{-0,028}$.

4. Зняти деталь. Укласти на конвеєр.

Ескіз обробки (рис. 1.6):

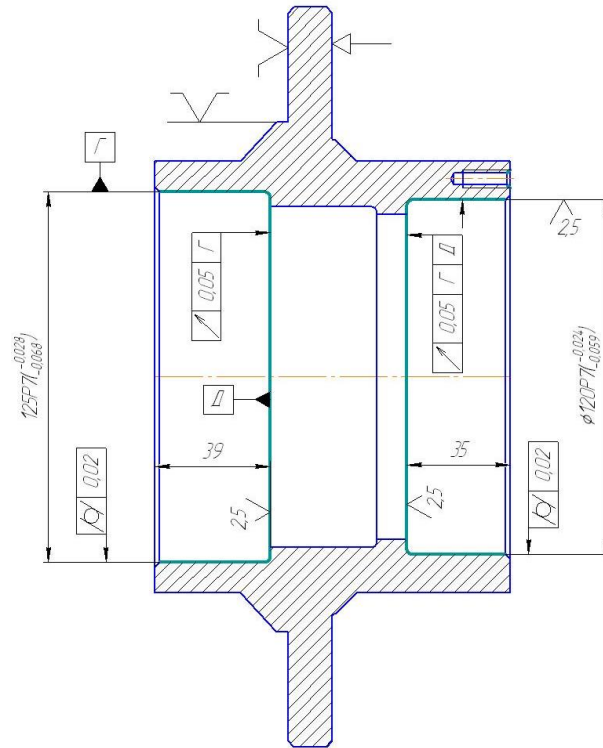


Рисунок 1.6 – Операційний ескіз на операцію 015

Операція 020 – Свердлування:

Обладнання: СС 2157

Характеристика: Спеціальний вертикально-свердлувальний верстат.

Технологічна база: Поверхні 1 і 3 (рис. 1.1).

Пристосування: Пристосування настановне 7931-5043А; головка 6-ти шпиндельна 7930-5050.

Зміст операції [4]:

1. Встановити деталь в пристосування. Закріпити.
2. Свердлимо одночасно 6 отворів $\varnothing 22+0,052$.
3. Зняти деталь, укласти на підставку.
4. Зенкувати 6 отворів з обох сторін пневмодріллю до притуплювання гострих кромки.

Ескіз обробки (рис. 1.7):

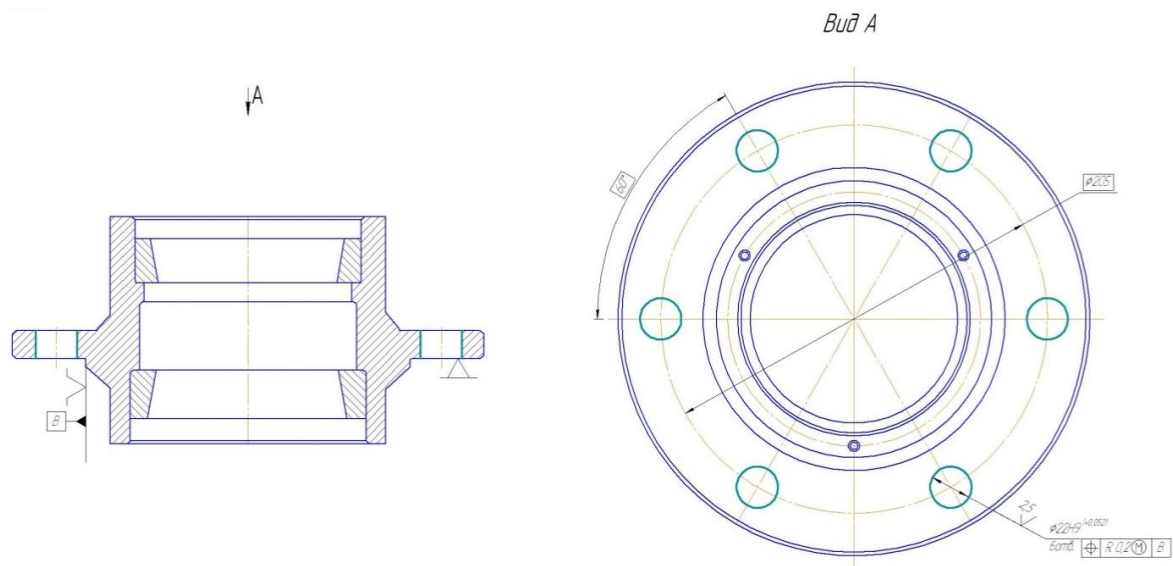


Рисунок 1.7 – Операційний ескіз на операцію 020

1.7 Розрахунок і призначення припусків на механічну обробку

Для проектного варіанту отримання заготовки - гарячого штампування, на поверхню $\varnothing 125P7 \begin{pmatrix} -0,028 \\ -0,068 \end{pmatrix}$ припуски і допуски призначимо аналітичним методом [7].

Встановлюємо послідовність обробки [6]:

- заготовка;
- чорнове розточування;
- напівчистове розточування;
- чистове розточування

1) Нормативні значення R_z і h [6]

Таблиця 1.5 - Нормативні значення R_z і h

| | R_z , мкм | h , мкм |
|---------------------------|-------------|-----------|
| Заготовка | 200 | 250 |
| Чорнове розточування | 100 | 100 |
| Напівчистове розточування | 50 | 50 |
| Чистове розточування | 25 | 25 |

2) Просторові відхилення [6]:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{см}^2 + \Delta_{кор}^2}, \quad (1.20)$$

де $\Delta_{см}$ – відхилення від співвісності елементів, що штампуються в різних половинках штампа, $\Delta_{см}=1,0$ мм;

$\Delta_{кор}$ – відхилення заготовки від прямолінійності, $\Delta_{кор} = 0,7$ мм.

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{1000^2 + 700^2} = 1220 \text{ мм.}$$

Величина залишкових відхилень після виконання переходу:

$$\Delta_{\Sigma_{ост}} = K_y \cdot \Delta_{\Sigma}, \quad (1.21)$$

де K_y – коефіцієнт уточнення:

$K_{y1} = 0,06$ – після чорнового розточування;

$K_{y2} = 0,05$ – після напівчистового розточування;

$K_{y3} = 0,04$ – після чистового розточування.

$$\Delta_{\Sigma_{ост1}} = 0,06 \times 1220 = 73 \text{ мкм};$$

$$\Delta_{\Sigma_{ост2}} = 0,05 \times 1220 = 61 \text{ мкм};$$

$$\Delta_{\Sigma_{ост3}} = 0,04 \times 1220 = 49 \text{ мкм.}$$

3) Визначаємо похибку установки [6]:

При чорновому і напівчистовому розточуванні деталь встановлюється в патроні:

$$\Sigma_{nam} = \sqrt{\Sigma_{oc}^2 + \Sigma_{pad}^2}, \quad (1.22)$$

де $\Sigma_{oc}=80$ мкм; $\Sigma_{pad}=100$ мкм.

$$\Sigma_{nam} = \sqrt{80^2 + 100^2} = 128 \text{ мкм.}$$

При чистовому розточуванні деталь встановлюється в спеціальному пристосуванні з пневматичним приводом:

$$\Sigma_{уст} = 120 \text{ мкм.}$$

4) Визначаємо мінімальні припуски по всіх переходах [6]:

При обробці внутрішніх поверхонь (двосторонній припуск):

$$2Z_{min} = 2 \left[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma_{i-1}}^2 + \Sigma_i^2} \right], \quad (1.23)$$

Для чорнового розточування:

$$2Z_{min} = 2 \left[(200+250) + \sqrt{1220^2 + 128^2} \right] = 3353 \text{ мкм}$$

Для напівчистового розточування:

$$2Z_{min} = 2[(100+100) + \sqrt{73^2 + 128^2}] = 695 \text{ мкм};$$

Для чистового розточування:

$$2Z_{min} = 2[(50+50) + \sqrt{61^2 + 120^2}] = 469 \text{ мкм}.$$

5) Розрахункові розміри:

Чистове розточування: $D_p = 125 - 0,028 = 124,972 \text{ мм};$

Напівчистове розточування: $D_p = 124,972 - 0,469 = 124,503 \text{ мм};$

Чорнове розточування: $D_p = 124,503 - 0,695 = 123,808 \text{ мм};$

Заготовка: $D_p = 123,808 - 3,353 = 120,455 \text{ мм}.$

6) Найбільші граничні розміри:

Заготовка: 120,46 мм;

Чорнове розточування: 123,8 мм;

Напівчистове розточування: 124,5 мм;

Чистове розточування: 124,972 мм.

7) Найменші граничні розміри:

Заготовка: $120,46 - 4,5 = 115,96 \text{ мм};$

Чорнове розточування: $123,8 - 1,0 = 122,8 \text{ мм};$

Напівчистове розточування: $124,5 - 0,16 = 124,34 \text{ мм};$

Чистове розточування: $124,972 - 0,04 = 124,932 \text{ мм}.$

8) Граничні значення припусків по всіх переходах:

Для чистового розточування:

$$2Z_{max} = 124,932 - 124,34 = 0,592 \text{ мм};$$

$$2Z_{min} = 124,972 - 124,5 = 0,472 \text{ мм}.$$

Для напівчистового розточування:

$$2Z_{max} = 124,34 - 122,8 = 1,54 \text{ мм};$$

$$2Z_{min} = 124,5 - 123,8 = 0,7 \text{ мм}.$$

Для чорнового розточування:

$$2Z_{max} = 122,8 - 115,96 = 6,84 \text{ мм};$$

$$2Z_{min} = 123,8 - 120,46 = 3,34 \text{ мм}.$$

Таблиця 1.6 - Розрахунок припусків поверхні $\varnothing 125P7 \begin{pmatrix} -0,028 \\ -0,068 \end{pmatrix}$

| Послідовність обробки | Поле допуска | Елементи припуска, мкм | | | | Розрахункові розміри, мм | | Td, мм | Розміри по переходах, мм | | Граничні припуски, мкм | |
|---------------------------|--------------|------------------------|-----|-------------------|----------|--------------------------|----------------------|--------|--------------------------|------------|------------------------|-------------|
| | | Rz | h | Δ_{Σ} | Σ | Розрахунковий припуск | Розрахунковий розмір | | d_{\min} | d_{\max} | $2Z_{\min}$ | $2Z_{\max}$ |
| Заготовка | | 200 | 250 | 1220 | 0 | | 120,455 | 4,5 | 115,96 | 120,46 | | |
| Розточування чорнове | H14 | 100 | 100 | 73 | 128 | 3,353 | 123,808 | 1,0 | 122,8 | 123,8 | 3340 | 6870 |
| Розточування напівчистове | H10 | 50 | 50 | 61 | 128 | 0,695 | 124,503 | 0,16 | 124,34 | 124,5 | 700 | 1540 |
| Розточування чистове | P7 | 25 | 25 | 49 | 120 | 0,469 | 124,972 | 0,04 | 124,932 | 124,972 | 472 | 592 |
| Ітого: | | | | | | | | | | | 4512 | 8972 |

9) Визначаємо загальні припуски:

$$2Z_{o \max} = 592 + 1540 + 6840 = 8972 \text{ мм};$$

$$2Z_{o \min} = 472 + 700 + 3340 = 4512 \text{ мм}.$$

10) Визначаємо правильність проведених розрахунків:

$$2Z_{o \max} - 2Z_{o \min} = T_{\text{заг}} - T_{\text{дет.}}$$

$$8972 - 4512 = 4500 - 40;$$

$$4460 = 4460.$$

Розрахунок виконаний вірно.

Решта припусків і допусків за другим варіантом отримання заготовки - гарячим штампуванням визначимо табличним методом (табл. 1.7).

Таблиця 1.7 - Припуски і допуски заготовки (штампування)

| Розмір | Припуски, мм | Допуски, мм | Ном. розмір заготовки, мм |
|---------|--------------|--------------|---------------------------|
| Ø110 | 0 | +2,5 -1,5 | Ø110 |
| Ø115 | 3,7 | +2,5 -1,5 | Ø107,6 |
| Ø120P7 | 3,7 | +3,0 -1,5 | Ø112,6 |
| Ø172h10 | 3,8 | +3,0 -1,5 | Ø179,6 |
| 120 | 3,8 | +3,0 -1,5 | 127,6 |
| 15 | 3,5 | +2,4 -1,2 | 22 |
| 10 | 3,5 | +2,4 -1,2 | 17 |
| 46h14 | 3,5 | +2,4 -1,2 | 53 |
| Ø146 | 0 | +3,0 -1,5 | Ø146 |
| Ø250 | 0 | +3,5 -1,5 | Ø250 |

1.8 Розрахунок режимів різання

Операція 005 – Токарна:

Різальний інструмент:

- а) Різцева голівка Coromant Capto® C4-DCLNR-27050-12;
Пластина CNMM 1204 12-PR GC4025(Сплав);
Опорна пластина 5322 234-01.
- б) Розточувальна оправка Coromant Capto® C4-PCLNR-22110-12
Пластина CNMM 1204 12-PR GC4025(Сплав);
Опорна пластина 171.31-850М.
- в) Розточувальна оправка Coromant Capto® C4-PDUNR-17090-11
Пластина DNMG 11 04 04-PF GC4215(Сплав);
Вимірювальний інструмент:
 - Скоба 172-_{0,16} 8113-5488;
 - Пробка 124,5^{+0,16} ПР 8140-5141М; HE 8140-5142М;

– Калибр $6 \pm 0,2$ 8150-5038.

Режими різання:

Призначення режимів різання на чорнову обробку торця - поверхня 1, припуск на обробку $h = 2,5$ мм.

Для чорнової обробки деталі беремо різець підрізний, оснащений пластинкою з твердого сплаву Т15К6.

Глибина різання при знятті припуску за один прохід $t = h = 2,5$ мм [10].

Рекомендоване значення подачі $S_{маб.} = 0,70$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання залежно від глибини різання, подання і стійкості інструменту.

Рекомендована швидкість різання визначається по формулі, м/хв. [10].

$$V_{расч.} = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot k_{M_V} \cdot k_{П_V} \cdot k_{И_V}, \quad (1.24)$$

де C_V – коефіцієнт у формулі швидкості різання;

T – період стійкості інструменту, хв.;

t – глибина різання, мм;

s – подача, мм/об;

x, y – показники міри у формулі швидкості різання;

k_{M_V} – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу заготівлі;

$k_{П_V}$ – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготівлі;

$k_{И_V}$ – коефіцієнт, що враховує матеріал різальної частини інструменту.

$$V_{дан.} = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,7^{0,35}} \cdot \left(\frac{750}{530}\right)^1 \cdot 0,8 = 120 \text{ м/хв.}$$

По розрахунковій швидкості різання і діаметру оброблюваної деталі знаходимо необхідне число обертів шпинделя [11]:

$$n_{расч.} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \text{ об/хв.}, \quad (1.25)$$

де $V_{расч.}$ – розрахункова швидкість різання, м/хв.;

D – діаметр оброблюваної деталі, мм.

$$n_{расч.} = \frac{1000 \cdot 120}{3,14 \cdot 250} = 153 \text{ об/хв.}$$

У зв'язку з тим, що обробка здійснюється на верстаті з ЧПУ, коригування за паспортними даними верстата не робимо.

На інші переходи призначення режимів різання робимо за допомогою нормативів [11]. У таблиці 1.8 наведено режими різання до токарної операції № 005.

Таблиця 1.8 - Звідна таблиця режимів різання до токарної операції 005

| Поверхня, рис.1.1 | Перехід | Режими різання | | | |
|----------------------|---|---------------------------|------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| | | глибина різання, мм | подача, мм/об | Швидкі- сть різання, м/хв. | число обертань, об/хв.. |
| | | <i>t</i> | <i>s</i> | <i>V</i> | <i>n</i> |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | підрізувати торець начорно | 2,50 | 0,70 | 120 | 153 |
| 2 | підрізувати торець начорно | 2,80 | 0,70 | 165 | 360 |
| 2 | підрізувати торець начисто | 1,0 | 0,80 | 175 | 380 |
| 4 | розточити начорно Ø115 | 3,70 | 0,54 | 132 | 365 |
| 5 | розточити начорно Ø118,5 ^{+1.5} | 1,3 | 0,78 | 115 | 305 |
| 5 | розточити напівчисто Ø122,8 ^{+1.0} | 1,25 | 0,78 | 115 | 299 |
| 5 | розточити напівчисто Ø124,34 ^{+0.16} | 0,75 | 0,78 | 115 | 295 |
| 7 | розточити фаску 2x45° | 2,5 | 0,66 | 132 | 336 |
| 12 | розточити фаску | 1,5 | 0,78 | 115 | 293 |
| 3 | точити начорно Ø176 _{-1,0} | 1,8 | 0,90 | 176 | 311 |
| 3 | точити напівчисто Ø174,5 _{-0,3} | 0,75 | 0,90 | 176 | 318 |

Продовження таблиці 1.8

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|------|------|-----|-----|
| 3 | точити начисто Ø172 _{-0,16} | 0,75 | 0,90 | 176 | 321 |
| 6 | підрізати торець начисто в р-р 39 _{-0,62} | 0,5 | 0,80 | 231 | 588 |

Визначення основного (машинного) часу [11]:

$$T_o = \frac{L+l}{s \cdot n} \cdot i \quad (1.26)$$

де L – довжина обробки, мм;

l – величина урізування і перебігання мм;

s – подача, мм/об;

n – число оборотів шпинделя, об/хв.;

i – число проходів.

В таблиці 1.9 наведено розрахунок основного часу до токарної операції 005.

Таблиця 1.9 – Основний час до токарної операції 005

| Поверхня | Перехід | Довжина обробки, мм | Довжина урізування і перебігання, мм | Число проходів | Основний час, хв. |
|----------|---|---------------------|--------------------------------------|----------------|-------------------|
| | | L | l | i | T_o |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | підрізати торець начорно | 35,2 | 2,0 | 1 | 0,35 |
| 2 | підрізати торець начорно | 14,3 | 4,0 | 1 | 0,07 |
| 2 | підрізати торець начисто | 14,3 | 4,0 | 1 | 0,06 |
| 4 | розточити начорно Ø115 | 39,5 | 2,0 | 1 | 0,21 |
| 5 | розточити начорно Ø118,5 ^{+1,5} | 39,0 | 2,0 | 1 | 0,17 |
| 5 | розточити напівчисто Ø122,8 ^{+1,0} | 39,0 | 2,0 | 1 | 0,17 |

Продовження таблиці 1.9

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----|---|------|-----|---|---------------|
| 5 | розточити напівчисто $\varnothing 124,34^{+0,16}$ | 39,0 | 2,0 | 1 | 0,18 |
| 7 | розточити фаску $2 \times 45^\circ$ | 2,5 | 4,0 | 1 | 0,03 |
| 12 | розточити канавку | 8,0 | 0 | 1 | 0,04 |
| 6 | підрізати торець начисто в р-р $39_{-0,62}$ | 5,0 | 2,0 | 1 | 0,01 |
| 3 | точити начорно $\varnothing 176_{-1,0}$ | 3,5 | 2,0 | 1 | 0,02 |
| 3 | точити напівчисто $\varnothing 174,5_{-0,3}$ | 3,5 | 2,0 | 1 | 0,02 |
| 3 | точити начисто $\varnothing 172_{-0,16}$ | 3,5 | 2,0 | 1 | 0,02 |
| | | | | | $\Sigma=1,35$ |

Операція 010 – Токарна:

Різальний інструмент:

- а) Різцева голівка Coromant Capto[®] C4-DCLNR-27050-12;
Пластина CNMM 1204 12-PR GC4025(Сплав);
Опорная пластина 5322 234-01.
- б) Разточна оправка Coromant Capto[®] C4-PCLNR-22110-12;
Пластина CNMM 1204 12-PR GC4025(Сплав);
Опорная пластина 171.31-850M.
- в) Разточна оправка Coromant Capto[®] C4-PDUNR-17090-11;
Пластина DNMG 11 04 04-PF GC4215(Сплав);
- г) Свердло для обробки фасок і отворів під різьбу CoroDrill[®] Delta-C $\varnothing 5$ з циліндричним хвостовиком R841-0500-30-A1A GC1220 (Сплав).
- д) Мітчик М6-7Н 2620-1155 ГОСТ 3266-81.

Вимірювальний інструмент:

- Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1 ГОСТ 166-80.
- Шаблон $46_{-0,62}$ 8102-6211
- Пробка $\varnothing 119^{+0,2}$ ПР 8140-5139, НЕ 8140-5140
- Пробка М6-7Н ПР 8221-0030 ГОСТ 17756-72, НЕ 8221-1030 ГОСТ

17757-72

Режими різання:

На усі переходи призначення режимів різання робимо за допомогою нормативів [11]. У таблиці 1.10 наведено режими різання до токарної операції 010.

Таблиця 1.10 - Звідна таблиця режимів різання до токарної операції 010

| Поверхня, рис. 1.1 | Перехід | Режими різання | | | |
|--------------------|--|---------------------------|------------------|--------------------------------|------------------------------|
| | | глибина різання, мм | подача, мм/об | швидкість різання, м/хв. | число обертань, об/хв. |
| | | <i>t</i> | <i>s</i> | <i>V</i> | <i>n</i> |
| 11 | підрізати торець начорно в р-р 15 | 2,50 | 0,70 | 120 | 153 |
| 14 | підрізати торець начорно | 2,80 | 0,70 | 165 | 360 |
| 14 | підрізати торець начисто в р-р 120±0,7 | 1,0 | 0,80 | 175 | 380 |
| 8 | розточити начорно Ø115 ^{+1,5} | 1,2 | 0,78 | 115 | 318 |
| 8 | розточити напівчисто Ø117,5 ^{+1,0} | 1,25 | 0,78 | 115 | 312 |
| 8 | розточити напівчисто Ø119 ^{+0,2} | 0,75 | 0,78 | 115 | 308 |
| 10 | розточити фаску 1,6x45° | 2,5 | 0,66 | 132 | 350 |
| 13 | розточити канавку | 1,5 | 0,78 | 115 | 305 |
| 9 | підрізати торець начисто в р-р 35 | 0,5 | 0,80 | 231 | 613 |
| 16 | свердлити 3 отвори Ø 5 | 2,5 | 0,2 | 90 | 5500 |
| 16 | нарізати різь М6-7Н в 3 отв. | | 1,0 | 8 | 540 |

У таблиці 1.11 наведений розрахунок основного часу до токарно-гвинторізної операції 010.

Таблиця 1.11 - Основний час до токарно-гвинторізної операції 010

| Поверхня | Перехід | Довжина обробки, мм | Довжина врізання і перебіга, мм | Число проходів | Основний час, хв. |
|----------|--|---------------------------|--|-------------------|----------------------|
| | | L | l | | |
| 11 | підрізати торець начорно в р-р 15 | 45,0 | 2,0 | 1 | 0,44 |
| 14 | підрізати торець начорно | 16,7 | 4,0 | 1 | 0,08 |
| 14 | підрізати торець начисто в р-р 120±0,7 | 16,7 | 4,0 | 1 | 0,07 |
| 8 | розточити начорно Ø115 ^{+1,5} | 35,0 | 2,0 | 1 | 0,15 |
| 8 | розточити напівчисто Ø117,5 ^{+1,0} | 35,0 | 2,0 | 1 | 0,15 |
| 8 | розточити напівчисто Ø119 ^{+0,2} | 35,0 | 2,0 | 1 | 0,15 |
| 10 | розточити фаску 1,6x45° | 2,5 | 4,0 | 1 | 0,03 |
| 13 | розточити канавку | 8,0 | 0 | 1 | 0,03 |
| 9 | підрізати торець начисто в р-р 35 | 5,0 | 2,0 | 1 | 0,01 |
| 16 | свердлить 3 отвору Ø 5 | 19,0 | 4,0 | 3 | 0,06 |
| 16 | нарізати різь М6-7Н в 3 отв. | 16,0 | 4,0 | 3 | 0,12 |
| | | | | | Σ=1,29 |

Операція 015 – Алмазно-розточувальна:

Різальний інструмент:

Різець ВКЗМ 2142-5978-02.

Допоміжний інструмент:

- а) Оправка для розточування 6300-5054 2 штуки;
- б) Наїздник 120/125 (8701-5057).

Вимірювальний інструмент:

– Пробка 120^{-0,024}_{-0,059} ПР 8140-5075, НЕ 8140-5076;

- Пробка $125_{-0,068}^{-0,028}$ ПР 8140-5043, НЕ 8140-5044;
- Кольце для нутромера $\varnothing 120$ 8125-5094;
- Кольце для нутромера $\varnothing 125$ 8125-5095;
- Нутромер 120 8701-5028;
- Нутромер 125 8701-5028;
- Еталон для налаштування 8450-5237.

Режими різання:

Подача $S=0,1$ мм/об;

Швидкість різання:

$V_{120}=151$ м/хв.; $V_{125}=158$ м/хв.

Число обертів $n = 402$ об/хв.

Основний час до Алмазно-расточной операції 015: $T_o = 2,02$ хв.

Операція 020 – «Свердлення»

Різальний інструмент:

- а) Свердло- розгортка $\varnothing 22+0,052$ 2382-6002;
- б) Зенковка 2353-5006.

Допоміжний інструмент:

- а) Пневмодріль ИП 1014А;
- б) Втулка кондукторна 6 шт. 7051-5487.

Вимірювальний інструмент:

Пробка $22+0,052$ 8133-5558

Режими різання:

Для комбінованого інструменту режими різання призначатимемо виходячи з того, що для роботи різного інструменту потрібно різні режими різання. Отже оскільки $S_{розв} > S_{сверл}$, а $V_{розв} < V_{сверл}$, то в якості розрахункових, в цілях виключення швидкого зносу і руйнування інструменту, візьмемо найменші значення швидкості різання і подачі $S_{сверл}$ и $V_{розв}$ [10].

$$S_{o(сверл)} = S_{ot} K_{Iso} K_{4so}, \quad (1.27)$$

де $S_{ot} = 0,41$ мм/об;

K_{Iso} і K_{4so} – поправочні коефіцієнти, які враховують механічні властивості оброблюваного матеріалу і глибину оброблюваного отвору, $K_{Iso} = 1,05$, $K_{4so} = 1,0$.

$$S_{o(сверл)} = 0,41 \times 1,05 = 0,43 \text{ мм/об.}$$

$$t_{сверл} = 10,87 \text{ мм;}$$

$$t_{разв} = 0,13 \text{ мм.}$$

$$V_{разв} = V_t K_{1v} K_{2v} K_{3v} K_{5v} K_{6v} K_{7v} K_{13v}, \quad (1.28)$$

де $V_t = 8,8$ м/хв;

K_{1v} - поправочні коефіцієнти механічні властивості оброблюваного матеріалу, що враховують і глибину оброблюваного отвору, $K_{1v} = 1,05$ [10];

K_{2v} - поправочний коефіцієнт, що враховує механічні властивості оброблюваного матеріалу, $K_{2v} = 1,3$;

K_{3v} - поправочний коефіцієнт, що враховує наявність охолодження, $K_{3v} = 1,0$;

K_{5v} – поправочний коефіцієнт, що враховує відношення фактичного періоду стійкості до нормативного, $K_{5v} = 1,0$;

K_{6v} - поправочний коефіцієнт враховує стан оброблюваної поверхні, $K_{6v} = 1,0$;

K_{7v} - поправочний коефіцієнт враховує марку матеріалу інструменту, $K_{7v} = 1,0$;

K_{13v} - поправочний коефіцієнт враховує послідовність переходів маршруту обробки, $K_{13v} = 0,74$.

$$V_{разв} = 8,8 \times 1,05 \times 1,3 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,74 = 8,9 \text{ м/хв.}$$

Розрахункове число обертів шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 8,9}{3,14 \cdot 22} = 129 \text{ об/хв.}$$

Згідно паспорту верстата приймаємо $n = 125$ об/хв.; $S = 0,4$ мм/об.

Дійсна швидкість різання:

$$V = \frac{\pi D n}{1000}, \quad (1.29)$$

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 22 \cdot 125}{1000} = 8,64 \text{ м/хв.}$$

Основний час на операцію визначається підсумовуванням основного часу усіх переходів на цій операції.

Основний час операції 025 «Свердлення»:

$$T_o = \frac{L+l}{s \cdot n} \cdot i \quad (1.30)$$

де L – довжина обробки, визначається довжиною робочої частини інструменту, мм;

l – величина врізання і перебігання, мм;

s – подача, мм/об;

n – число обертів шпинделя, об/хв.;

i – число проходів.

$$T_o = \frac{155+5}{0,4 \cdot 125} = 4 \text{ хв.}$$

2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Проектування технологічного пристосування

2.1.1 Опис конструкції і принцип дії пристосування

Пристосування установочне призначене для встановлення і кріплення деталі на операції 015 «Алмазно-разточна» при одночасному розточуванні отворів $\varnothing 125P7_{-0,028}^{-0,068}$ и $\varnothing 120P7_{-0,024}^{-0,059}$ на алмазно-разточному верстаті моделі ОС 2706.

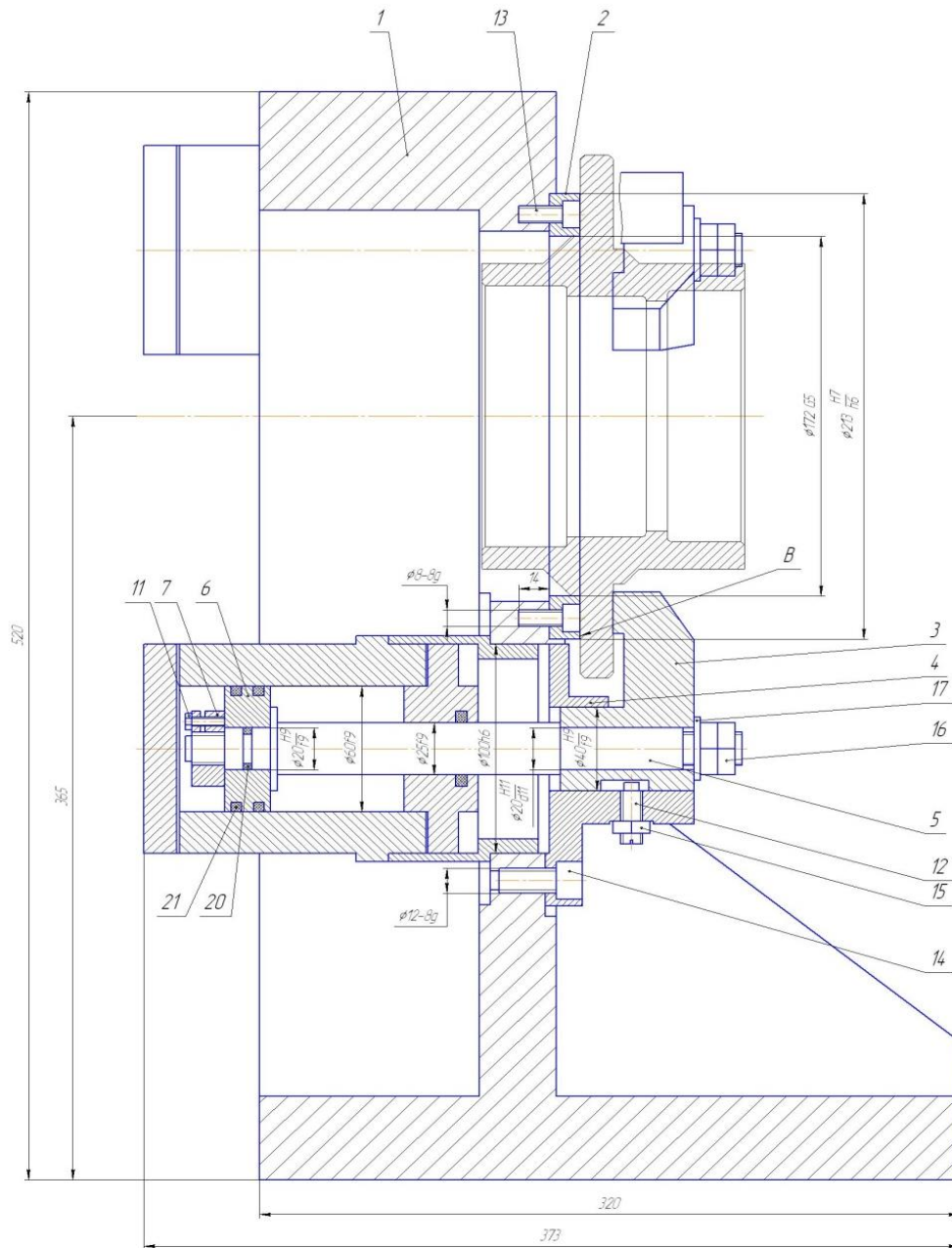


Рисунок 2.1 – Пристосування установочне

Пристосування складається з деталей (рис.2.1): поз. 1 – Корпус; поз. 2 – Кільце базове; поз. 3 – Прихват (3 штуки); поз. 4 – Втулка (3 штуки); поз. 5 – Шток (3 штуки); поз. 6 – Поршень (3 штуки); поз. 7 – Гайка (3 штуки); Стандартні вироби поз. 11-21. Стандартні вироби поз. 11-21. Специфікацію пристосування установочного наведено в додатку А.

Корпус поз. 1 є зварною конструкцією, в якій є отвір $\varnothing 213H7$, у який встановлюється деталь поз. 2 Кільце базове і кріпиться гвинтами поз. 13 (6 штук).

Кільце базове має точний отвір $\varnothing 172G5$, який є головною базою при установці оброблюваної деталі.

Оброблювана деталь встановлюється зовнішнім діаметром $\varnothing 172h10$ в отвір Кільця базового поз. 2 і упирається в його торець.

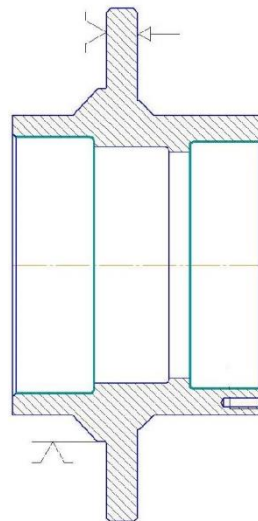


Рисунок 2.2 – Схема установки

Закріплення деталі виконується за допомогою Прихватів поз. 3, що приводяться в рух від пневматичного приводу, що складається з 3-х пневмоциліндрів, вбудованих в Корпус поз. 1.

Установка і кріплення пристосування на столі верстата виконується за допомогою Верстатних болтів і Гайок з Шайбами.

2.1.2 Розрахунок зусилля затиску, точність базування заготовки

а) Визначаємо силу різання при розточуванні [12]:

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot k_p, \text{ Н 9}, \quad (2.1)$$

де $C_p = 300$; $x = 1$; $y = 0,75$; $n = -0,15$;

$$k_p = \left(\frac{\sigma_a}{750} \right)^n = \left(\frac{540}{750} \right)^{0,75} = 0,78;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,5 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 158^{-0,15} \cdot 0,78 = 98,98 \text{ Н.}$$

б) Коефіцієнт запасу для надійного кріплення заготовки, що визначається [12]:

$$k_{зан} = k_0 \cdot k_1 \cdot k_3 \cdot k_6, \quad (2.2)$$

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

$k_1 = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання, унаслідок затуплення інструменту;

$k_3 = 1,2$ – коефіцієнт при переривистому різанні;

$k_6 = 1,5$ – коефіцієнт невизначеності із-за нерівності місця контакту заготовки з опорними елементами.

$$k_{зан} = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,5 = 3,24.$$

в) Визначаємо необхідну силу затиску з врахуванням коефіцієнта запасу:

$$P_{зат о} = 2P_z \cdot k_{зан}, \text{ Н.} \quad (2.3)$$

$$P_{зат о} = 2 \cdot 98,98 \cdot 3,24 = 641,4 \text{ Н.}$$

г) Визначуваний розрахунковий діаметр пневмоциліндра:

$$D = \sqrt{\frac{D_{с\grave{a}e\grave{i}}}{0,58 \cdot p \cdot \eta \cdot n}} \cdot 10, \text{ мм}, \quad (2.4)$$

де $p = 4 \text{ кг/см}^2$ – тиск повітря в мережі;

$\eta = 0,85$ – ККД пневмомережі;

$n = 3$ – кількість пневмоциліндрів.

$$D = \sqrt{\frac{64,14}{0,58 \cdot 4 \cdot 0,85 \cdot 3}} \cdot 10 = 32,9 \text{ мм.}$$

приймаємо $D = 60 \text{ мм}$.

д) Визначаємо дійсну силу затиску:

$$P_{зат д\grave{i}йc} = n \cdot 0,58 \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta, \text{ кг}; \quad (2.5)$$

$$P_{зат д\grave{i}йc} = 3 \cdot 0,58 \cdot 6^2 \cdot 4 \cdot 0,85 = 213 \text{ кг.}$$

е) Визначаємо довжину ходу штока:

$$l = (0,28-0,35)D, \text{ мм}; \quad (2.6)$$

$$l = (0,28-0,35)60=16,8-21 \text{ мм.}$$

ж) Визначаємо погрішність базування.

Максимальна похибка базування при установці деталі в отвір деталі поз. 2 Кільце базове дорівнює напівсумі допусків на настановну поверхню і поверхню деталі, що сполучається.

Допуск деталі $\varnothing 172 \text{ } h10_{(-0,16)}$;

Допуск отвору $\varnothing 172 \text{ } G5_{(+0,032, +0,014)}$.

$$\Delta \varepsilon_6 = 0,5 \cdot 0,16 + 0,5(0,032 - 0,014) = 0,89 \text{ мм.}$$

2.2 Проектування спеціального контрольно-вимірювального засобу

Для контролю діаметрів отворів $\varnothing 120_{-0,059}^{-0,024}$ і $\varnothing 125_{-0,068}^{-0,028}$ деталі «Маточина» використовуємо індикаторний нутромір моделі НІ-160М ДСТ 862-82 з діапазоном вимірів 100-160 мм 1 класу точності і з ціною ділення індикатора 0,01 мм [13].

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики нутроміра НІ-160М [13]

| Діапазон вимірів, мм | Найбільша глибина виміру, мм | Межа основної похибки, що припускається, мм | | Вимірювальне зусилля, Н |
|----------------------|------------------------------|---|---|-------------------------|
| | | на будь-якій ділянці 1 мм діапазону вимірів | в межах всього переміщення вимірювального стрижня | |
| 100-160 | 300 | 0,010 | 0,015 | 5-9 |

Нутромір, відповідно до рисунка 2.3, складається з корпусу 9 і труби 6, на якій кріпляться ручка 4 і затиск 2. Затиск служить для закріплення індикатора 1. До корпусу приєднується вставка 11, в якій з одного боку переміщається рухливий вимірювальний стрижень 8, а з іншого за допомогою контргайки 12 закріплюється змінний нерухомий вимірювальний стрижень 13.

Рухливий вимірювальний стрижень через важіль 15, що сидить на осі 14, і шток 5 переміщає вимірювальний стрижень індикатора. Вимірювальне зусилля нутроміра дорівнює сумі вимірювального зусилля індикатора і зусилля пружини 3. Місток 10, призначений для поєднання лінії вимірювання нутроміра з площиною, що проходить через вісь вимірюваного отвору, переміщається уздовж вісі вставки під дією двох пружин 7.

Комплект змінних вимірювальних стрижнів дозволяє виконувати установку нутроміра на розмір в межах діапазону вимірів.

Установка нутроміра на заданий розмір виконується по калібру-кільцю.

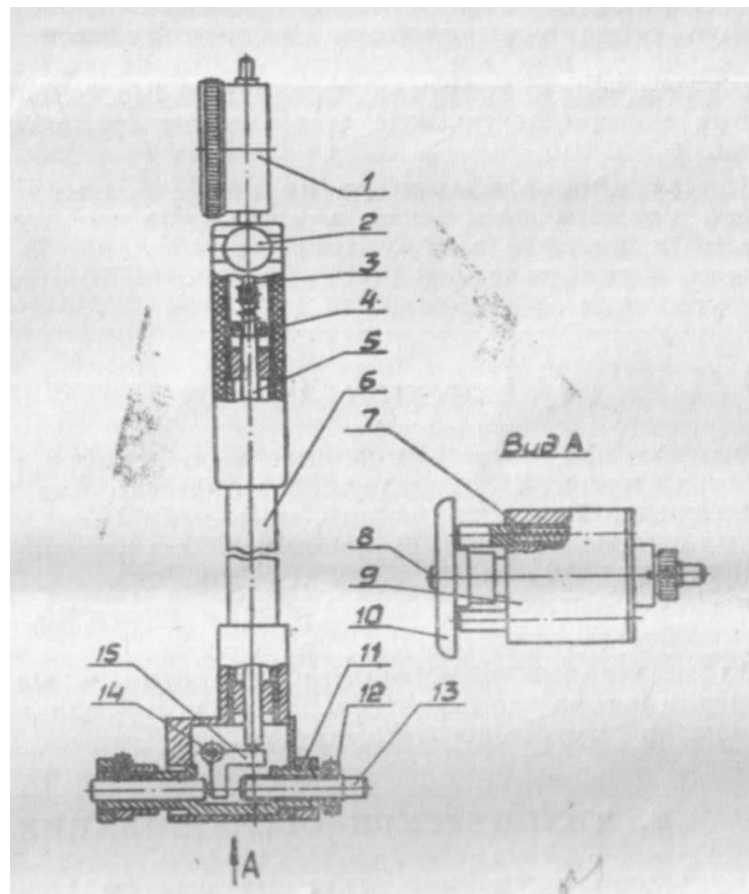


Рисунок 2.3 – Нутромір індикаторний НІ-160М

Нутромір вводиться в отвір, що повіряється, відповідно до рис. 2.4, і, злегка похитуючись, визначається максимальне свідчення індикатора. Різниця між максимальним свідченням і нульовим відліком визначає відхилення дійсного розміру від необхідного значення.

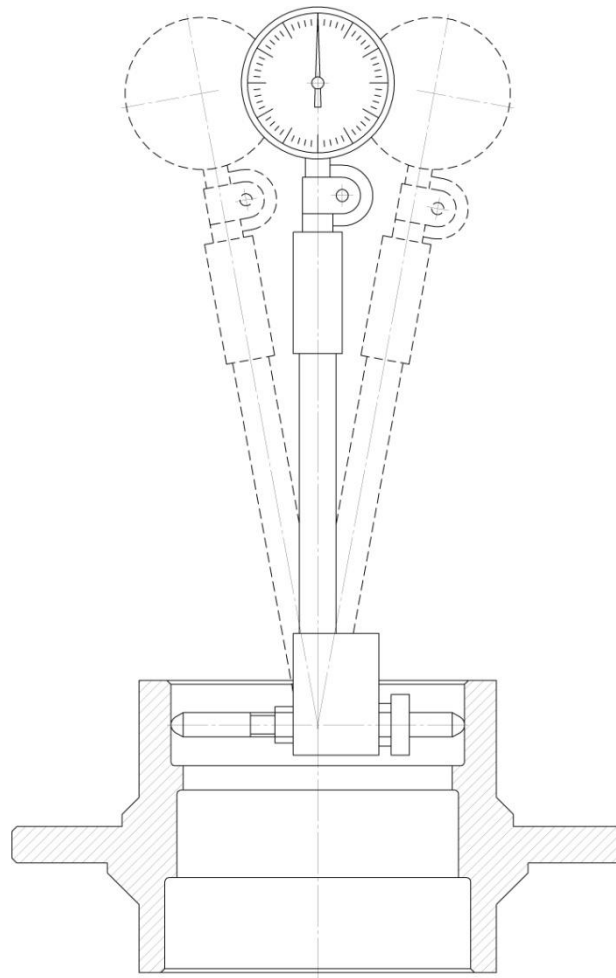


Рисунок 2.4 – Схема виміру $\varnothing 120_{-0,059}^{-0,024}$ и $\varnothing 125_{-0,068}^{-0,028}$

Під час виміру діаметру отворів індикаторними нутромірами виникають погрішності від приладу; температурних деформацій; варіацій свідчень; поєднання лінії виміру з діаметром в площині, перпендикулярній до вісі отвору, і в осьовій площині; від установки нутроміра на заданий розмір; із-за шорсткості поверхні контрольованого отвору.

Температурні похибки нутромірів визначені з врахуванням рекомендацій і матеріалів за оптимальних температурних умов виміру. Найчастіше порушують ці умови, коли нутромір тримають не за теплоізолюючу ручку, а за корпус. При цьому температурні похибки будуть значно більше розрахункових.

Похибка від поєднання лінії виміру з діаметром в площині, перпендикулярній до вісі отвору, дорівнює погрішності центрування із-за

неточного розташування центруючого містка. Ця похибка нормується згідно ДСТ 868 - 82.

Похибка центрування залежить від співісності вимірювальних стрижнів нутроміра. Тому необхідно перевіряти співісність всіх змінних вимірювальних стрижнів нутроміра. Така перевірка може бути виконана при перестановці нутроміра з блоку кінцевих заходів з боковиками в кільце того ж номінального розміру, що і блок заходів.

Похибка від поєднання лінії виміру з діаметром отвору в осьовій площині обумовлена нахилом лінії виміру відносно діаметру на деякий кут.

При установці нутромірів на розмір по атестованому кільцю виміру рекомендується виконувати в межах двох-трьох ділень по відліковому пристрою. В цьому випадку можна отримати максимальну точність не лише за рахунок власного нутроміра, але і за рахунок складових похибок: при вимірі нутроміром в межах, більших, ніж 0,03 мм, установка по кільцю не дає помітного зменшення сумарної похибки із-за відносно великих величин інших складових похибки, в першу чергу похибки приладу.

Похибка виміру, при певних параметрах нутромірів, обумовлюється шорсткістю поверхні вимірюваного отвору. Якщо при вимірі нутромірами вимірювальні поверхні змінних стрижнів матимуть радіуси сфери менші, ніж в стандартних стрижнях, то це може привести до збільшення похибки виміру, обумовленої шорсткістю поверхні, особливо при шорсткості нижче за 7-й клас.

Ця похибка може зрости в порівнянні з розрахунковою, також при зменшенні вимірювального зусилля нутроміра в порівнянні з нормованим.

Похибки, обумовлені шорсткістю поверхні, необхідно визначити експериментально і врахувати їх при розрахунку сумарної похибки виміру.

В індикаторному нутромірі необхідно розрізняти похибку власне нутроміра, яка нормується згідно ДСТ 868 — 82 і похибку нутроміра при вимірі, який визначено розрахунком. Другий вид похибки виникає через відсутність фіксованого положення початку відліку, і приводить до різних похибок приладу, що виявляються при його перевірці. Основними складовими похибки виміру індикаторним нутроміром є нормовані в ДТ 868 — 82.

Сумарна похибка результату вимірів складається з не виключеної систематичної похибки (НСП) і випадкової похибки.

Знаходимо довірчий кордон НСП результату вимірів, згідно РМГ 29 - 99:

$$\Theta(D) = \pm \sum_{i=1}^N |\Theta_i|, \quad (2.7)$$

де Θ_i — кордон i -ї складової невиключеної систематичної похибки при $N \leq 3$;

N - число доданків, що складаються з меж основних і додаткових похибок CI , що припускаються, робочих еталонів тощо.

$$\Theta(P) = 1,3 \sqrt{(\Delta_{CI})^2 + (\Delta_{Mem})^2 + (\Delta_{раб.етал})^2}, \quad (2.8)$$

при $N \geq 4$ – складових НСП.

Знаходимо середнє арифметичне від спостережень:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (2.9)$$

де x_i – середнє арифметичне значення вимірюваної величини;

n – кількість спостережень.

Обчислюємо середньоквадратичне відхилення:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}, \quad (2.10)$$

Якщо $\frac{\Theta(P)}{S(P)} \leq 0,8$, то однократні виміри мають право на здійснення і тоді

сумарна похибка набагато менше ціни ділення CI і поля допуску, нехтують випадковою похибкою $S(P)$ і приймають $\Delta(P) = \Theta_i(P)$. У цих випадках методика виконання вимірів згідно ДСТ Р 8.563 – 96 може бути поєднана з інструкцією на експлуатацію CI і норму, закладену в НТД, – (КД, ТД і технологічну інструкцію).

Якщо $\frac{\Theta(P)}{S(P)} < 8$, то величиною $\Theta_i(P)$ – НСП нехтують і остаточно

приймають за похибку результат вимір при довірчій вірогідності (P)

$$E(P) = Z_{(p/2)} \cdot S(x) = \varepsilon(P), \quad (2.11)$$

де $Z_{(P/2)}$ – коефіцієнт Лапласа по спеціальних таблицях від вірогідності (P).

Якщо $0,8 \leq \frac{\Theta(P)}{S(P)} \leq 8$, то довірчий кордон похибки результату вимірів

обчислюють за формулою:

$$\Delta = K(P) \cdot [\Theta(P) + \varepsilon(P)], \quad (2.12)$$

$$\hat{E}(P) = K_{\Sigma(\gamma)} = \frac{\sqrt{1+\gamma^2}}{1+\gamma}, \quad (2.13)$$

$$\gamma = \frac{\Theta(P)}{[\sqrt{3} \cdot K(P) \cdot S(x)]}, \quad (2.14)$$

У квадратних дужках $K(P)$ приймається по таблиці 3 від формули

$$\Theta_i(P) = K(P) \sqrt{\sum_{j=1}^m \Theta_j^2}, \quad (2.15)$$

де $K(P)$ – коефіцієнт, визначуваний прийнятою P і числом m складових НСП;

m – число складових НСП;

Θ_j – знайдені нестатистичними методами кордону j -ї складової НСП (кордони інтервалу, усередині якого знаходиться ця складова, визначувані за відсутності відомостей про вірогідність її знаходження в цьому інтервалі).

При $P=0,90$ $K(P)=0,95$, при $P=0,95$ $K(P)=1,1$ відповідно при будь-якому числі доданків m . Далі значення зведені в таблицю 2.2.

Результат виміру має вигляд

$$A = \bar{x} \pm \Delta, \quad (2.16)$$

Таблиця 2.2 – Значення $K(P)$ від m при $P = 0,99$

| m | $K(P)$ |
|-----|--------|
| 2 | 1,2 |
| 3 | 1,3 |
| 4 | 1,4 |
| 5 | 1,45 |
| 6 | 1,45 |

В цілях зручності виміру в пропонованому технологічному процесі виготовлення деталі «Маточина» пропонується доопрацювання нутроміра НІ-160М, який описується в графічній частині проекту і полягає в укороченні довжини труби поз. 6 відповідно до рисунка 2.4.

2.3 Проектування спеціального ріжучого інструмента

На операції 025 «Свердління» виконується обробка отворів $\varnothing 22\text{H}9^{(+0,052)}$. Для здобуття даного розміру з однієї установки за один прохід застосовуємо комбінований інструмент «свердло-розгортка» [9].

Конструкція комбінованого інструменту залежить головним чином від форми отвору і технологічних умов обробки.

Ступінчастим свердлувальним інструментом є поєднання двох інструментів, де основним і вступаючим першим в роботу є свердло $\varnothing 21,7$, а потім розгортка $\varnothing 22^{+0,052}$.

Свердло і розгортка мають одну стружкову канавку, що значно спрощує виготовлення інструменту. При обробці отвору за допомогою кондукторної втулки робочу довжину меншого діаметру слід робити не більш $3d$:

$$l_1 = 3d = 3 \cdot 21,6 = 64,8 \text{ мм.}$$

Приймаємо $l_1 = 50$ мм.

Приймаємо кут при вершині $2\varphi = 118^\circ \pm 2^\circ$ з врахуванням властивостей оброблюваного матеріалу (сталь 35 ДСТ 1050-88).

Кут нахилу гвинтової канавки $\omega = 30^\circ \pm 2^\circ$.

Діаметр серцевини $k = 1,25d = 1,25 \cdot 21,6 = 2,7$ мм, приймаємо $k = 2,5$ мм.

Ширіна стрічки $f_o = (0,32 \div 0,45) \sqrt{d}$ [9], приймаємо $f_o = 1,9^{+0,3}_{-0,5}$.

Форма заточування ДП (подвійна з підгострюванням перемички).

Кут нахилу поперечної кромки $\psi = 55^\circ$, задній кут $\alpha = 11^\circ$.

Зворотна конусність свердла на 100 мм довжини $0,02 \div 0,08$ мм.

Ширина пера $B = 0,58d = 0,58 \cdot 21,6 = 12,5$ мм.

Радіальне биття по стрічках на всій робочій частині свердла відносно вісі хвостовика не більше 0,12 мм.

Термообробка ріжучої частини свердла 63...65HRC.

Серцевина свердла повинна рівномірно товщати у напрямку до хвостовика на 1,4...1,8 мм на кожних 100 мм довжини.

Останні технічні вимоги для свердла згідно ДСТ 2034-80.

Розраховуємо розміри розгортки, яка вступає в роботу після свердла.

Оброблюваний отвір $\varnothing 22H9^{(+0,052)}$.

Розгортка призначається для обробки точних отворів з високою чистотою поверхні, заздалегідь оброблених свердлом або зенкером. Оскільки розгортка знімає невеликий шар металу, вона лише виправляє форму отвору, але не виправляє напрям вісі отвору.

Вибираємо циліндричну розгортку з прямими канавками.

Діаметр розгортки – найважливіший конструктивний елемент. При призначенні діаметру розгортки враховують розбиття отвору, запас на знос допуску на виготовлення розгортки.

Визначуваний max і min діаметри розгортки згідно ДСТ 25347-82:

$$D_{max} = D_{max\text{ отв}} - 0,15JT; \quad (2.17)$$

$$D_{min} = D_{max\text{ отв}} - 0,35JT, \quad (2.18)$$

де JT – допуск отвору, відповідний заданому квалітету, $JT = 0,052$.

$$D_{max} = 22,052 - 0,15 \cdot 0,052 = 22,0442 \text{ мм};$$

$$D_{min} = 22,052 - 0,35 \cdot 0,052 = 22,0338 \text{ мм}.$$

Виконавчий розмір розгортки $\varnothing 22,044_{-0,019}$

Визначаємо число зубів розгортки:

$$Z = 1,5\sqrt{D} + 2; \quad (2.19)$$

$$Z = 1,5\sqrt{22} + 2 = 9, \text{ приймаємо } Z = 8.$$

Кут ріжучої частини залежить від призначення розгортки і оброблюваного матеріалу, $\varphi = 15^\circ$.

Передній кут $\gamma = 7^\circ$, оскільки розгортка є чистовим інструментом і знімає невелику стружку.

Задній кут $\alpha = 10^\circ \pm 2^\circ$.

Ширина стрічки по циліндру – дуже важливий елемент розгортки, її роблять на калібруючій частині розгортки.

$f = 0,15 \pm 0,05$, приймаємо $f = 0,3$ мм.

Зворотний конус - для зменшення тертя об стінки оброблюваного отвору. Частину розгортки, що калібрується, роблять із зворотним конусом у напрямку до хвостовика. Величина зворотної конусності розгортки на 100 мм довжини не більш 0,03 мм.

Довжина забірної частини розгортки:

$$l_1 = \frac{D - D_2}{2} \operatorname{ctg} \varphi + m, \quad (2.20)$$

де $D_2 = D - 2,6t = 22 - 2,6 \cdot 0,165 = 21,574$ мм;

$m = 1 \div 3$ мм.

$$l_1 = \frac{22 - 21,571}{2} 3,782 + 2 = 2,8 \text{ мм};$$

приймаємо $l_1 = 2,5$ мм.

Інші технічні вимоги згідно ДСТ 1523-81.

Нерівномірне розбиття кроків зубів розгортки згідно ДСТ 7722-77.

Термообробка ріжучої частини розгортки 63...65 HRC₃.

Комбінований інструмент свердло-розгортка є зварною конструкцією, що складається з двох частин, – ріжуча частина виготовляється із сталі Р6М5 ДСТ 19265-73, хвостовик із сталі 9ХС ДСТ 5950-71. Інструмент виконаний з конічним хвостовиком Морзе з лапкою згідно ДСТ 25557-82.

Визначимо номер Конуса Морзе хвостовика.

Момент тертя між хвостовиком і втулкою:

$$M_{\text{тр}} = \frac{\mu \cdot P_o (D_1 + d_2) (1 - 0,4 \Delta \Theta)}{4 \sin \Theta}. \quad (2.21)$$

Прирівнюємо момент тертя до максимального моменту, що створюється при роботі затупившимся свердлом, який збільшується до 3-х разів у порівнянні з моментом М-кодом, прийнятим для нормальної роботи свердла.

$$3M_{\text{сп}} = M_{\text{мп}} = \frac{\mu \cdot P_o (D_1 + d_2) (1 - 0,4 \Delta \Theta)}{4 \sin \Theta}. \quad (2.22)$$

Середній діаметр конуса хвостовика:

$$d_{cp} = \frac{D_1 + d_2}{2}, \text{ або} \quad (2.23)$$

$$d_{cp} = \frac{6M_{\text{н\ddot{o}}} \sin \Theta}{\mu P_x (1 - 0,04 \Delta \Theta)}, \quad (2.24)$$

де $\mu = 0,096$ – коефіцієнт тертя сталі по сталі;

$\Theta = 1^\circ 25' 16''$ – половина кута конуса (конусність дорівнює 0,05020, $\sin \Theta = 0,0251$);

$\Delta \Theta = 5'$ – відхилення кута конуса.

Визначаємо осьову силу:

$$P_x = 10 C_p D^q \rho^y K_{mp}, \quad (2.25)$$

де $C_p = 68$, $q = 1$, $y = 0,7$.

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_a}{750} \right)^u, \text{ де } u = 0,75;$$

$$K_{mp} = \left(\frac{540}{750} \right)^{0,75} = 0,78;$$

$$P_x = 10 \cdot 0,0345 \cdot 68 \cdot 21,7 \cdot 0,2^{0,7} \cdot 0,78 = 3730 \text{ Н.}$$

Визначуваний момент крутіння:

$$M = 10 C_n D^q \rho^y K_p, \quad (2.26)$$

де $C_n = 0,0345$, $q = 2$, $y = 0,8$, $K_p = K_{mp} = 0,78$.

$$M = 10 \cdot 0,0345 \cdot 21,7^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 0,78 = 34,8 \text{ Нм} = 3480 \text{ кг мм};$$

$$d_{cp} = \frac{6 \cdot 3480 \cdot \sin 1^\circ 26' 16''}{0,096 \cdot 373 (1 - 0,04 \cdot 5)} = 18,3 \text{ мм.}$$

Згідно ДСТ 25557-82 приймаємо Конус Морзе №3 з лапкою з наступними основними конструктивними розмірами:

$$D_1 = 24,1 \text{ мм}, l_3 = 94 \text{ мм}, l_4 = 99 \text{ мм}, D = 23,825 \text{ мм.}$$

Приймаємо загальну довжину інструменту 295 мм.

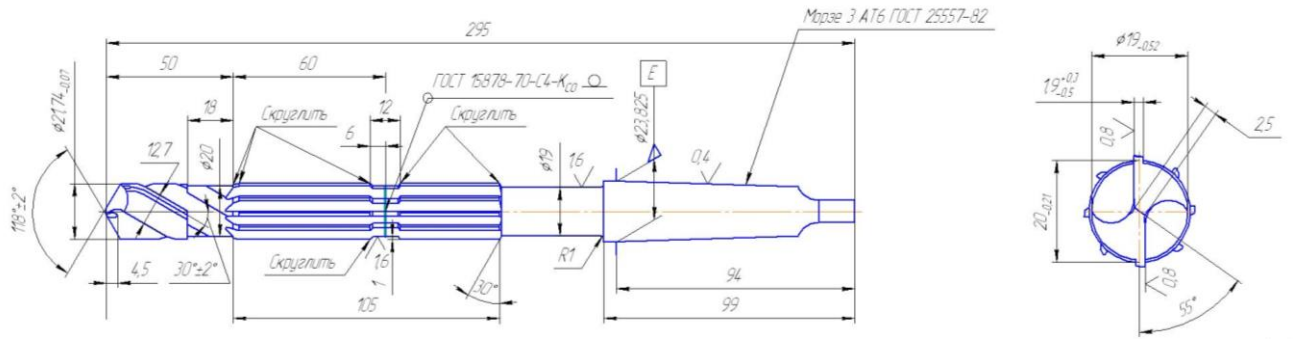


Рисунок 2.5 – Сверло-розгортка $\phi 22$

3 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

3.1 Нормування технологічних операцій

Допоміжний час, хв. [11]:

$$T_{всп.} = T_{всп.уст.} + T_{всп.оп.} + T_{всп.изм.}, \quad (3.1)$$

де $T_{всп.уст.}$ – допоміжний час на установку і зняття деталі, хв.

Нормативний час на установку і зняття деталі передбачає виконання наступної роботи: встановити і закріпити деталь, включити верстат, вимкнути верстат, відкріпити деталь, зняти деталь, очистити пристосування від стружки.

$T_{всп.оп.}$ – допоміжний час, пов'язаний з виконанням операції, хв.;

Допоміжний час на прохід (або поверхню) передбачає виконання наступного комплексу прийомів:

- а) підхід інструменту (різця, свердла, фрези тощо) до деталі;
- б) включення і виключення подачі;
- в) вимір деталі при узятті пробних стружок;
- г) відведення інструменту у вихідне положення.

$T_{всп.изм.}$ – допоміжний час на вимір, хв.

Час на вимір передбачає виконання робіт, типових для обробки на верстатах, включаючи час на узяття інструменту, установку розміру виміру і очищення (у необхідних випадках) вимірюваної поверхні.

Оперативний час, хв. [11]:

$$T_{оп.} = T_o + T_{всп.} \cdot \quad (3.2)$$

де T_o – основний час, хв.;

$T_{всп.}$ – допоміжний час, хв.

Час на організаційне і технічне обслуговування робочого місця, відпочинок і особисті потреби $T_{орган.}$ призначається в процентному відношенні від оперативного часу $(5\%+6\%)T_{оп.}$

Штучний час, хв.:

$$T_{\text{шт.}} = T_{\text{оп.}} \cdot \left(1 + \frac{T_{\text{орган.}}}{100}\right), \quad (3.3)$$

де $T_{\text{оп.}}$ – оперативний час, хв.;

$T_{\text{всп.}}$ – час на організаційне і технічне обслуговування робочого місця, відпочинок і особисті потреби, хв.

Штучно-калькуляційний час, хв. [11]:

$$T_{\text{шт-к.}} = T_{\text{шт.}} + \frac{T_{\text{н-з.}}}{n}, \quad (3.4)$$

де $T_{\text{шт.}}$ – штучний час, хв.;

$T_{\text{н-з}}$ – підготовчо-завершальний час, хв.;

n – число деталей в партії, шт.

Нормування операцій механічної обробки проектного варіанту зводимо в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 - Визначення норм часу по операціях технологічного процесу

| № операції | Найменування операції | Основний час, хвил | Допоміжний час, хвил | | | Оперативний час, хв. | Час на організаційне і технічне обслуговування робочого місця, відпочинок і особисті потреби, % | Штучний час, хв. | Підготовчо-завершальний час, хв. | Штучно-калькуляційний час, хв. |
|------------|-----------------------|--------------------|----------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|---|------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| | | | установка і зняття деталей | управління верстагом | вимір деталей | | | | | |
| | | T_o | $T_{\text{всп.уст.}}$ | $T_{\text{всп.оп.}}$ | $T_{\text{всп.изм.}}$ | $T_{\text{оп}}$ | $T_{\text{орган.}}$ | $T_{\text{шт.}}$ | $T_{\text{н-з}}$ | $T_{\text{шт-к.}}$ |
| 005 | Токарна | 1,35 | 0,22 | 0,26 | 0,18 | 2,01 | 11 | 2,23 | 13,75 | 2,4 |
| 010 | Токарна | 1,29 | 0,22 | 0,6 | 0,62 | 2,73 | 11 | 3,03 | 13,2 | 3,20 |
| 015 | Алмазно-розточна | - | - | - | - | - | - | 2,22 | 2,44 | 2,25 |
| 020 | Свердлувальна | 4,0 | 0,22 | 0,55 | 0,18 | 4,95 | 11 | 5,49 | 6,1 | 5,57 |
| Разом | | | | | | | | 14,13 | | 14,61 |

3.2 Організація робочого місця верстатника

При організації робочого місця верстатника вирішуються питання наукової організації праці, зовнішнього та внутрішнього планування робочого місця, створення необхідних умов для нормального провадження виробничого процесу.

Під робочим місцем розуміють обмежену зону виробничої площі, яка призначена для виконання операції одним робочим, або бригадою і яка обладнана необхідними матеріально-технічними засобами праці.

Робоче місце шліфувальника, який працює на верстаті має організаційне оснащення (інструментальна тумбочка, стелаж для інструментів та заготовок, решітки під ноги), технологічне оснащення (різальний, вимірювальний інструмент та пристрій).

Інструментальна тумбочка розташована справа від робочого, а стелажі для розміщення заготовок та готових деталей.

Стелажі розташовані в межах нормальної зони роботи рук.

На верстаті встановлено індивідуальне освітлення.

Обслуговування робочих місць організується на підставі змінно-добового завдання.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

До роботи на металоріжучих верстатах-автоматах допускається персонал, що пройшов інструктажі (ввідний і первинний), перевірку знань інструкцій по охороні праці і що має відповідний запис у кваліфікаційному посвідченні про результати перевірки знань і кваліфікації. Періодичність перевірки знань один раз на рік, повторного інструктажа – не менше одного разу в квартал [15, 16].

1 Вимоги безпеки перед початком роботи

1.1. Отримати завдання від керівника робіт.

1.2. Вдягти та упорядкувати спецодяг. Застібнути спецодяг на всі гудзики, не допускаючи при цьому звисання кінців одягу. Зашнурувати та зав'язати шнурки на взутті. Прибрати волосся під головний убір.

1.3. Підготувати та перевірити справність необхідного для роботи інструменту та пристосування (згідно з технологічним процесом) та засоби індивідуального захисту.

1.4. Підготувати робоче місце для проведення робіт. Звільнити підходи та проходи до нього. Впевнитись, що робоче місце достатньо освітлене.

1.5. Перевірити наявність та справність дерев'яного настилу біля верстата.

1.6. Перевірити наявність та справність:

1.6.1. Огородження зубчастих коліс, приводних пасів, а також струмоведучих частин електричної апаратури (пускачів, рубильників, кнопок тощо).

1.6.2. Заземлюючих пристроїв.

1.6.3. Запобіжних пристроїв для захисту від стружки, охолоджуючих рідин.

1.7. Підготувати гачки для видалення стружки. Гачки повинні мати гладкі рукоятки та щиток, що запобігає порізам рук стружкою. Не дозволяється застосовувати гачки з ручкою, яка має форму петлі.

1.8. Перевірити на холостому ходу верстат.

1.8.1. Справність органів керування (механізмів головного руху, подачі, пуску, зупинки руху та інше).

1.8.2. Справність системи змащення і охолодження (впевнитись в тому, що мастило та охолоджуюча рідина подаються нормально та безперервно).

1.8.3. Справність фіксації важелів включення та переключення (впевнитись в тому, що можливість самовільного переключення з холостого ходу на робочий виключена).

1.8.4. Чи нема заїдання або надмірного послаблення в рухомих частинах верстата, особливо в шпинделі.

1.9. Перевірити доброякісність ручного інструменту:

1.9.1. Гайкові ключі повинні відповідати розмірам гайок головок болтів і не мати тріщин та забоїн, площини зіва ключів повинні бути паралельними.

1.9.2. Молотки повинні бути надійно насаджені на дерев'яні ручки і щільно заклинені м'якими, сталевими зайоршеними клинами.

Ручка повинна бути прямою, овального перерізу з незначним стовщенням до її вільного кінця. Довжина ручок повинна бути в межах 300-400 мм в залежності від ваги молотка.

2 Вимоги безпеки під час виконання роботи

2.1. Перед встановленням на верстат очистити від стружки та мастила деталі, які будуть оброблятися, та пристосування, особливо базові та кріпильні поверхні для забезпечення правильного встановлення і міцності кріплення.

2.2. Перед встановленням фрези необхідно перевірити:

2.2.1. Надійність та міцність закріплення зубців або пластин з твердого сплаву.

2.2.2. Цілісність та правильність заточування пластин з твердого сплаву. Вони не повинні мати викришених місць, тріщин, припікання.

2.3. Якщо ріжучі кромки затупились або викришились, фрезу слід замінити.

2.4. Встановлену і закріплену фрезу слід перевірити на биття.

Радіальне і торцеве биття не повинно перевищувати 0,1 мм.

2.5. Оброблювану деталь встановлювати на верстаті правильно та надійно, щоб під час руху верстата була виключена можливість її вильоту або інші порушення технологічного процесу.

2.6. Деталь необхідно кріпити в місцях, які знаходяться найближче до оброблюваної поверхні.

2.7. Під час закріплення деталі за необроблені поверхні слід застосовувати лещата та пристосування з насічкою на затискних губках.

2.8. Під час застосування для кріплення деталей пневматичних, гідравлічних та електромагнітних пристосувань, необхідно ретельно оберігати від механічного пошкодження труби подачі повітря чи рідини, а також електропроводку.

2.9. Деталь до фрези надавати тоді, коли вона набере робочу швидкість обертання.

2.10. Під час заміни оброблюваної деталі чи при її вимірюванні фрезу необхідно відвести на безпечну відстань.

2.11. Раніше, ніж вийняти деталь з лещат, патрона чи затискних планок, слід зупинити верстат і відвести ріжучий інструмент.

2.12. Набір фрез встановлювати на оправку необхідно так, щоб їх зубці були розташовані в шаховому порядку.

2.13. Врізати фрезу в деталь слід поступово; механічну подачу включати до стикання деталі з фрезою.

При ручній подачі не допускати різкого підвищення швидкості та глибини різання.

2.14. Під час фрезування не дозволяється вводити руку в небезпечну зону.

2.15. Неробочі частини фрези повинні бути огорожені. Працювати без огороження фрези забороняється.

2.16. Збірні фрези повинні мати пристрої, що запобігають вилітанням зубців під час роботи.

2.17. Забороняється застосовувати фрези, що мають тріщини, або поламани зубці.

2.18. Якщо відсутнє огороження робочої зони, слід працювати в захисних окулярах.

2.19. Під час обробки в'язких металів слід застосовувати фрези з стружколомами.

2.20. Отвір шпинделя, хвостовик оправки чи фрези, поверхню перехідної втулки перед встановленням в шпиндель необхідно ретельно очистити, видаливши задирки та протерти.

Під час установки хвостовика інструменту в отвір шпинделя треба впевнитись, що він сідає щільно, без люфту.

2.21. Фрезерну оправку чи фрезу закріплювати в шпинделі ключем після включення коробки швидкості, щоб уникнути прокручування шпинделя.

2.22. Затискування та відтискування фрези ключем на оправці шляхом включення електродвигуна забороняється.

2.23. Під час зняття перехідної втулки, оправки чи фрези з шпинделя необхідно користуватися спеціальною виколоткою, підклавши на стіл верстата дерев'яну підкладку.

2.24. Фрезерувальнику забороняється:

2.24.1. Вмикати та вимикати (крім аварійних ситуацій) обладнання, робота на якому йому не доручалась.

2.24.2. Торкатися руками до обірваних та оголених проводів.

2.24.3. Знімати та встановлювати огорожі робочого інструменту при працюючому верстаті.

2.24.4. Торкатися руками частин верстата, що рухаються.

2.24.5. Виконувати самостійно ремонт електрообладнання верстата, заміну вимикачів, розеток, зіпсованих електрозапобіжників.

2.24.6. Навмисно виводити з ладу запобіжні та блокуючі пристрої верстата.

2.24.7. Прибирати стружку зі столу верстата та проводити чистку ріжучого інструменту під час його роботи.

- 2.24.8. Залишати робоче місце при працюючому верстаті.
- 2.24.9. Одягатися та роздягатися біля працюючого верстата.
- 2.24.10. Працювати в рукавичках.
- 2.24.11. Працювати тупими, несправними фрезами та пристосуваннями.
- 2.24.12. Робити обміри оброблюваної деталі при працюючому верстаті.
- 2.24.13. Використовувати стисле повітря для очистки стола верстата, оброблюваних деталей та одягу.
- 2.24.14. Тримати на корпусі верстата інструменти, пристосування, заготовки, готові вироби.
- 2.24.15. Залишати гайковий ключ на головці затяжного болта після встановлення фрези, оправки.
- 2.24.16. Мити руки маслом, гасом, мастильно-охолоджуючою рідиною та витирати забрудненим стружкою обтиральним матеріалом.
- 2.24.17. Зберігати на робочому місці використаний замащений матеріал.
- 2.24.18. Палити на робочому місці та приймати їжу.
- 2.24.19. Знаходячись на роботі, вживати алкогольні напої та наркотичні речовини.
- 2.24.20. Використовувати саморобні електрообігрівальні прилади та прилади з відкритою спіраллю.
- 2.24.21. Опиратися та сидіти на станині верстата.

3 Вимоги безпеки після закінчення роботи

- 3.1. Зупинити верстат. Оброблені деталі та робочий інструмент укласти на місце їх зберігання.
- 3.2. Прибрати робоче місце. Очистити верстат від залишків стружки. Збирати стружку з верстата та підлоги руками забороняється.
- 3.3. Вимкнути місцеве освітлення та відключити верстат від електромережі.
- 3.4. Прибрати з робочого місця замащений обтиральний матеріал у спеціальні герметичні металеві ящики.

3.5. Зняти та очистити спецодяг та засоби індивідуального захисту та укласти їх в місце зберігання.

3.6. Вимити руки та обличчя теплою водою з милом. При можливості, прийняти душ.

3.7. Доповісти керівнику робіт про виконану роботу та про всі недоліки, які мали місце під час роботи.

ВИСНОВКИ

В ході виконання бакалаврської роботи був розроблений технологічний процес механічної обробки деталі «Маточина», який заснований на використанні сучасного устаткування з ЧПУ, вживанні високопродуктивного ріжучого інструменту. З впровадженням нового способу здобуття заготовки методом об'ємного гарячого штампування зменшилися пріпуски на обробку. Також було визначено штучно-калькуляційний час на кожну операцію і загальний час на виготовлення однієї деталі.

У даній роботі були використані раніше отримані знання щодо визначення технологічності деталі, вибору баз, методів обробки, з розрахунку припусків на механічну обробку, режимів різання і норм технологічного часу.

Розроблений маршрутно-операційний технологічний процес містить операції по обробці заготовки з розрахунком режимів різання, технологічного часу. Описано весь ріжучий, вимірювальний інструмент і необхідні пристосування.

Були розглянуті питання безпеки роботи.

Виконані розрахунки та технологія механічної обробки заданої деталі дозволять знизити собівартості виробу за рахунок зменшення трудомісткості виготовлення деталі, а також використання найсучаснішого обладнання та найефективніших технологій.

Для виконання дипломного проекту використовувалися такі програми як: Microsoft Word, Microsoft Excel, Mathcad 2000, КОМПАС 5.11.03, Microsoft PowerPoint.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Богуслаєв В. О. Основи технології машинобудування [Текст]: навч. посібник / В. О. Богуслаєв, В. І. Ципак, В. К. Яценко. — Запоріжжя: Мотор СІЧ, 2003. — 336 с.: іл. — ISBN 966-7108-70-8
2. Справочник технолога. В 2-х томах / Под ред. А.А. Панова, В.В. Аникина, Н.Г. Бойм, - 2-е изд., - М.: Машиностроение, 2004. - 784с., ил.
3. Наливайко С.О. Теоретичний посібник з дисципліни «Технологія машинобудування». – Горлівка: ГМК, 2012. – 513с.
4. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: Навчальний посібник. – Київ: Вища школа, 1993. – 414 с.
5. Прис Н.М. Базирование и базы в машиностроении: Методические указания к выполнению практических занятий по курсу "Основы технологии машиностроения" для студентов дневного и вечернего отделений спец. 120100 "Технология машиностроения" / Н.М. Прис. - Н.Новгород.: НГТУ, 1998. - 39 с.
6. Харламов Г.А. Припуски на механическую обработку: Справочник / Г.А.Харламов, А.С.Тарапанов. – М.: Машиностроение, 2006. – 256 с.
7. Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения / Под общей ред. Ф.В. Новикова и А.В.Якимова. В десяти томах. – Т.9. «Проектирование технологических процессов в машиностроении». – Одесса: ОНПУ, 2005. – 584 с.
8. Основи формоутворення поверхонь при механічній обробці: Навчальний посібник/ Н. С. Равська, П. Р. Родін, Т. П. Ніколаєнко, П. П. Мельничук.— Ж.: ЖІТІ, 2000.— 332с. — ISBN 966-7570-07-X
9. Металорізальні інструменти [Текст]: навч. посібник. Ч. 2 / П. Р. Родін [та ін.] ; Київський політехнічний ін-т. — К. : ІСДО, 1993. — 180 с. : іл. — ISBN 5-7763-1585-4
10. Режимы резания металлов. Справочник под редакцией Ю.В. Барановского. - 3-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение, 1972.
11. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых

станках с числовым программным управлением. Ч.2. Нормативы режимов резания.- М.: Экономика, 1990.

12. Андреев, Г.И. Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства: Учебное пособие для машиностроительного производства / Г.И. Андреев, В.Ю. Новиков, А.Г. Схиртладзе. Под ред. Ю.М. Соломенцева,- 2-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 1999. - 415с.

13. Никитин, В.А. Нутромеры индикаторные с ценой деления 0,01 мм: методические указания к лабораторному практикуму / В.А. Никитин, Золотарева А.С. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003. – 21 с.

14. Ковальчук, Е.Р. Основы автоматизации машиностроительного производства / Е.Р. Ковальчук, М.Г. Косов, В.Г. Митрофанов и др. Под ред. Ю.М. Соломенцева,- 2-е изд., исп. - М.: Высшая школа, 1999. - 312 с., ил.

15. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов / Под общ. ред. С.В.Белова, 2-е изд., испр. И доп. - М.: Высшая школа, 1999.- 448 с., ил.

16. Кукин, П.П. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. / П.П. Кукин, В.Л. Логин, Е.А. Подгорных и др. - М.: Высшая школа, 1999. - 318 с., ил.

17. ДСТ 3.1121-84 Загальні вимоги до комплектності і оформлення комплектів документів на типові і групові технологічні процеси (операції).

18. ДСТ 14.201-83 Забезпечення технологічності конструкції виробів. Загальні вимоги.

19. ДСТУ 2232-93 Базування та бази в машинобудуванні. Терміни та визначення.

20. Методичні вказівки до виконання бакалаврських робіт освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр. Для студентів, що навчаються за напрямом підготовки 6.050503 – Машинобудування зі спеціальності – Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів / Уклад. Тараненко Г.В. – Сєверодонецьк, СНУ ім. В. Даля, 2015. – 23 с.

ДОДАТКИ