

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

Інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Інжинірингу машинобудівних технологій
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Вдосконалення технологічного процесу механічного оброблення
цапфи БМД 55.603

Виконав: студент IV курсу, групи МТз-41
спеціальності 131 “Прикладна механіка”

(шифр і назва спеціальності)

Андрусишин Д.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Дячун А.Є.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2021

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної роботи бакалавра на тему:

“Вдосконалення технологічного процесу механічного оброблення цапфи БМД 55.603”. студента групи МТз-41 ТНТУ імені Івана Пулюя Андрусичина Д.М.
Керівник роботи - кандидат техн. наук, доцент Дячун А.Є.

Ключові слова: технологічний процес, гідрокопіювальний напівавтомат, операція, шліфування, заготовка.

Мета роботи - вдосконалити технологію виготовлення цапфи БМД 55.603 з відповідним обґрунтуванням.

Для досягнення поставленої мети вирішено такі завдання.

У першому розділі проведено аналіз конструктивних особливостей цапфи БМД 55.603, її застосування, технічні вимоги до поверхонь, її технологічність. Детально розглянули базовий технологічний процес.

У другому розділі визначили тип виробництва - масовий, вибрали оптимальний варіант виготовлення заготовки – штамповка на кривошипному гарячощтампувальному пресі. Провели синтез технологічного маршруту обробки деталі, визначили припуски та міжопераційні розміри. Провели вибір інструментів, технологічного оснащення та обладнання. Провели розрахунок режимів різання.

У третьому розділі спроектували пристрій для фрезерування шпоночного паза 10P9 в деталі, пристрій для фрезерування лисок в розмір 55, поводковий патрон для шліфування зовнішніх циліндричних поверхонь.

У четвертому розділі розглянули питання безпеки життєдіяльності та основ охорони праці.

Представлено відповідні висновки та перелік посилань.

У додатка подано технологічний процес виготовлення цапфи БМД 55.603 та специфікації до графічної частини.

ЗМІСТ

Вступ

1 Загально-технічна частина

- 1.1. Службове призначення деталі
- 1.2. Аналіз технічних вимог деталі
- 1.3. Аналіз технологічності конструкції деталі
- 1.4. Аналіз базового технологічного процесу
- 1.5. Висновки та завдання на кваліфікаційну роботу

2 Технологічна частина

- 2.1. Визначення типу виробництва
- 2.2. Вибір способу одержання заготовки
- 2.3. Вибір технологічних баз
- 2.4. Проектування технологічного маршруту механічного оброблення деталі
- 2.5. Визначення припусків на оброблення
- 2.6. Розрахунок і вибір режимів оброблення та технічних норм часу

3 Конструкторська частина

- 3.1. Розрахунок похибки пристосування
- 3.2. Розрахунок приводу пристосування
- 3.3. Вибір методу і схеми контролю параметрів виробу

4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

- 4.1. Розрахунок кількості засобів пожежогасіння для розміщення на ділянці виготовлення деталі
- 4.2. Спеціальне навчання і перевірка знань з питань охорони праці працівників, які виконують роботи підвищеної небезпеки

Висновки

Перелік посилань

ВСТУП

У кваліфікаційній роботі бакалавра вдосконалено технологічний процес механічного оброблення деталі “Цапфа” БМД 55.603. Деталь використовується для передачі руху виконавчим органам агрегату завдяки зубчастому зачепленню, один елемент якого – зубчасте колесо, монтується на поверхні даної деталі. Виготовляється з вуглецевої сталі 35-а-2. Заготовка одержана методом штампування на кривошипному гарячощтампувальному пресі, відповідно до типу виробництва, матеріалу, а також з умови одержання економічного ефекту.

У базовому технологічному процесі механічної обробки деталі деталі “Цапфа” БМД 55.603 на підприємстві для серійного виробництва використовуються такі основні параметри: заготовка - прокат вибрана раціонально для даного типу виробництва; для механічної обробки деталі використовуються універсальні налагоджувальні пристрої та спеціалізовані пристрої як технологічне оснащення; застосовується універсальне металоріжуче обладнання нормальної точності, а також частково автоматизоване обладнання; застосовуються універсальні вимірювальні інструменти для контролю точності та шорсткості оброблених поверхонь а також калібри і шаблони; використовуються універсальні стандартні ріжучі інструменти для механічної обробки заготовок.

Для підвищення продуктивності та ефективності обробки деталі “Цапфа” БМД 55.603 в проектний технологічний процес внесено такі зміни: впровадження в технологічний процес методу отримання заготовки – штамповки, одержаної на кривошипному гарячощтампувальному пресі; токарна обробка поверхонь проводиться на токарних багаторізцевих гідрокопіювальних напівавтоматах замість універсальних токарно-гвинторізних верстатів 16К20; для обробки торців і центрувальних отворів використано фрезерно-центрувальний напівавтомат; шліфування поверхонь проводиться на круглошліфувальному напівавтоматі; для фрезерування пазів під шпонки використано шпонково-фрезерні верстати.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

1.1. Службове призначення деталі

Деталь “Цапфа” БМД 55.603 використовується для передачі руху виконавчим органам агрегату завдяки зубчастому зачепленню, один елемент якого – зубчасте колесо, монтується на поверхні $\varnothing 35h8_{(-0,033)}$ даної деталі.

Відповідно до класифікатора ЄСКД [2] деталь “Цапфа” БМД 55.603 відноситься до 71 класу.

До основних поверхонь деталі, що мають важливе значення при її застосуванні віднесено такі поверхні: зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 35k6_{(+0,018)}$, Ra 1,25, яка забезпечує посадку підшипників кочення; зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 35h8_{(-0,033)}$, Ra 2,5 – призначена для базування зубчастого колеса; для базування ущільнень, а також для встановлення компенсаційних втулок та кілець, які забезпечують відповідний осьовий натяг в з’єднаннях; зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 55h9_{(-0,074)}$, Ra 3,2 – призначена для встановлення захисної кришки; шпонковий паз 10P9 $(^{-0,015})$, Ra 6,3, $h = 5^{+0,2}$, $l = 40$ мм, в який встановлюється призматична шпонка для встановлення зубчастого колеса на валу; різевий отвір M12-L-7H – для фіксації в осьовому напрямку зубчастого колеса на валу.

Решта поверхонь розглядаються як допоміжні та другорядні.

Деталь “Цапфа” БМД 55.603 виготовляється з вуглецевої сталі 35-а-2 відповідно до даних, взятих із креслення деталі.

У таблицях, представлених нижче, представлено хімічний склад, механічні властивості та технологічне застосування сталі 35-а-2 [3].

Таблиця 1.1 – Хімічний склад вуглецевої сталі 35-а-2, %

C	Si	Mn	P	Cr	S	Cu	Ni	As
			не більше					
0,32-0,4	0,17-0,37	0,50-0,8	0,035	0,25	0,04	0,25	0,25	0,08

Таблиця 1.2 – Механічні властивості вуглецевої сталі 35-а-2

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	ρ , г/см ³	$a_{\text{нв}}$, Дж/см ²	НВ	
						горячокатаної	відпаленої
не менше							
350	600	16	40	7,8	55	217	175

1.2. Аналіз технічних вимог деталі

Після детального вивчення креслення деталі, точності розмірів, шорсткості поверхонь, їх взаємного розташування і точності форми кожній із поверхонь присвоєні порядкові номери та проведено аналіз технічних вимог, заданих конструктором, який представлено у вигляді таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Результати аналізу технічних вимог деталі “Цапфа” БМД 55.603

Позначення поверхні (поверхонь)	Зміст технічної вимоги	Метод виконання	Метод контролю
1	2	3	4
1, 13	Торцева поверхня Ra 25; 147±IT/14	Чорнова підрізка торця або фрезерування торців	Штангенциркуль
2	Фаска зовнішня 3×10°; Ra 26	Точіння однократне	Шаблон фасочний 3×10° спеціальний Кутомір тип 1-2
3	Зовнішня циліндрична поверхня Ø 55h9 (-0,074); Ra 3,2	Чистове точіння або шліфування напівчистове	Взірці шорсткості Калібр-скоба (Ø55) 8113-0273h9
4	Зовнішня циліндрична поверхня Ø 59h16; Ra 26	Не обробляється	Штангенциркуль
5	Зовнішня циліндрична поверхня Ø 40h16; Ra 26	Не обробляється	Штангенциркуль

Закінчення таблиці 1.3

1	2	3	4
6	Внутрішня радіусна поверхня $\varnothing 45$ мм, R = 10 мм, Ra 26	Не обробляється, утворюється штампуванням або видавлюванням	Штангенциркуль
7	Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 35k6$ ($^{+0,018}_{+0,002}$); Ra 1,26	Шліфування чистове	Взірці шорсткості Калібр-скоба ($\varnothing 35$) 8113-0257k6
8	Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 35h8$ ($-0,033$); Ra 2,5	Шліфування напівчистове	Калібр-скоба ($\varnothing 35$) 8113-0257h8 Взірці шорсткості
9	Фаска зовнішня $1,6 \times 45^\circ$; Ra 26	Точіння однократне	Шаблон фасочний $1,6 \times 45^\circ$ Кутомір тип 1-2
10	Отвір глухий $\varnothing 10,2$ мм під різь $l = 40$ мм, Ra 26	Свердління	Штангенциркуль Глибиномір ШГ-160
11	Різовий отвір M12-Л-7Н, Ra 12,6	Нарізання мітчиком	Калібр-пробка (M12) 8221-02607Н
12	Фаска внутрішня $1,6 \times 45^\circ$; Ra 26	Зенкування	Фаскомір внутрішній $1,6 \times 45^\circ$ спеціальний Кутомір тип 1-2
14	Шпонковий паз 10P9 ($^{-0,015}_{-0,051}$), Ra 6,3, $h = 5^{+0,2}$, $l = 40$ мм	Фрезерування шпонковою фрезою	Пазовий калібр 8154-4045-07 Калібр-призма спеціальний
15, 16	Зовнішня лиска $l = 7$ мм, $h = 55^{(+0,1)}$ Ra 12,6	Фрезерування однократне	Калібр-скоба (55) спеціальна Штангенциркуль

1.3. Аналіз технологічності конструкції деталі

Конструкція деталі “Цапфа” БМД 55.603 не є складною і не вимагає спрощення або зміни, навіть при умові зміни типу виробництва.

Матеріал деталі сталь 35-а-2 відповідає технічним вимогам, що висунуті до деталі та умовам експлуатації тримача у вузлі. Заготовка може отримуватись штампуванням на кривошипних гарячостампувальних пресах.

В конструкції деталі на перших операціях передбачено утворення центрових отворів, які будуть використовуватися на наступних операціях в якості баз. Також в якості технологічних баз використовуються зовнішні циліндричні і торцеві поверхні деталі. Для обробки деталі не потрібні додаткові штучні технологічні бази. При цьому є достатній доступ для застосування контрольних інструментів. При виготовленні деталі можливе використання високопродуктивного спеціалізованого та спеціального обладнання та оснащення. Отже, деталь технологічною.

Кількісну оцінку технологічності деталі проведено на основі коефіцієнта точності обробки, коефіцієнта шорсткості поверхонь, коефіцієнта уніфікації.

Для визначення показників технологічності деталі “Цапфа” БМД 55.603 використано числові показники з таблиці 1.4.

Для розрахунку кількісних показників необхідно заповнити таблицю 1.4.

Таблиця 1.4 – Кількісні показники технологічності

Назва поверхні. Позначення на кресленні	Кількість поверхонь	Кількість уніфікованих поверхонь	Квалітет точності	Параметр шорсткості	Клас шорсткості (чистоти поверхні)
1	2	3	4	5	6
Торцева поверхня Ra 26; 147±IT/14	2	2	14	Ra 26	2
Фаска зовнішня 3×10°; Ra 26	1	–	14	Ra 26	2
Зовнішня циліндрична поверхня Ø 55h9 (-0,074); Ra 3,2	1	1	9	Ra 3,2	5
Зовнішня циліндрична поверхня; Ra 1,26 Ø 35k6 (+0,018) +0,002	1	1	6	Ra 1,26	7

Закінчення таблиці 1.4

1	2	3	4	5	6
Зовнішня циліндрична поверхня; Ra 6,3 Ø 35h8 (-0,033);	1	1	8	Ra 2,5	6
Фаска зовнішня, внутрішня 1,6×45°; Ra 26	2	2	14	Ra 26	2
Отвір глухий Ø 10,2 мм під різь l = 40 мм, Ra 26	1	1	14	Ra 26	2
Різовий отвір M12-Л-7H, Ra 12,6	1	1	12	Ra 12,6	3
Шпонковий паз 10P9 (-0,015), Ra 6,3, h = 5 ^{+0,2} , l = 40 мм	1	1	9	Ra 6,3	4
Зовнішня лиска l = 7 мм, h = 55 ^(+0,1) Ra 12,6	2	-	12	Ra 12,6	3
Разом	13	10			

Розраховуємо значення коефіцієнта точності обробки деталі “Цапфа” БМД 55.603

$$K_{\text{т.ч.}} = 1 - \frac{1}{T_{\text{сп}}},$$

$$T_{\text{сп}} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{14 \cdot 6 + 12 \cdot 3 + 9 \cdot 2 + 8 \cdot 1 + 6 \cdot 1}{13} = 11,7,$$

$$K_{\text{т.ч.}} = 1 - \frac{1}{11,7} = 0,91.$$

Якщо $K_{\text{т.ч.}} = 0,91 > 0,8$, то цапфа БМД 55.603 є технологічною.

Розраховуємо значення коефіцієнта шорсткості поверхонь деталі “Цапфа” БМД 55.603

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{B_{\text{сп}}},$$

$$B_{cp} = \frac{\sum B_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{7 \cdot 1 + 6 \cdot 1 + 5 \cdot 1 + 4 \cdot 1 + 3 \cdot 3 + 2 \cdot 6}{13} = 3,31,$$

$$K_{ш} = \frac{1}{3,31} = 0,3.$$

Якщо $K_{ш}=0,3 > 0,16$, то цапфа БМД 55.603 є технологічною.

Розраховуємо значення коефіцієнта уніфікації конструктивних елементів деталі “Цапфа” БМД 55.603

$$K_{y.e.} = \frac{N_{y.e.}}{N_e} = \frac{10}{13} = 0,77,$$

Якщо $K_{y.e.}=0,77 > 0,6$, то цапфа БМД 55.603 є технологічною.

На основі кількісного та якісного аналізу встановлено, що деталь “Цапфа” БМД 55.603 є технологічною і не має потреби у заміні її конструкції, точності і шорсткості поверхонь, які підлягають механічній обробці.

1.4. Аналіз базового технологічного процесу

При розробленні базового технологічного процесу механічної обробки деталі “Цапфа” БМД 55.603 на підприємстві для серійного виробництва використовуються такі основні параметри:

- заготовка - прокат вибрана раціонально для даного типу виробництва;
- для механічної обробки деталі використовуються універсальні налагоджувальні пристрої та спеціалізовані пристрої як технологічне оснащення;
- застосовується універсальне металоріжуче обладнання нормальної точності, а також частково автоматизоване обладнання;
- застосування універсальних вимірювальних інструментів для контролю точності та шорсткості оброблених поверхонь а також калібрів і шаблонів;

- використання універсальних стандартних ріжучих інструментів для механічної обробки заготовок;

- концентрація операцій базового технологічного процесу відповідає серійному типу виробництва.

Для проведення аналізу базового технологічного процесу виготовлення деталі “Цапфа” БМД 55.603 сформовано таблицю 1.5.

Таблиця 1.5 – Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі “Цапфа” БМД 55.603

Операція	Технологічне обладнання	Технологічне оснащення
005 Токарно-гвинторізна	Токарно-гвинторізний верстат 16К20	Патрон ГОСТ 24351-80 Кулачки 7016-4240
010 Токарно-гвинторізна	Токарно-гвинторізний верстат 16К20	Патрон ГОСТ 24351-80 Кулачки 7016-4240
015 Радіально-свердлильна	Радіально-свердлильний верстат 2М55	Прийомні пристосування спеціальне з базуванням деталі по зовнішній циліндричній поверхні 8 і торцю
020 Шпонково-фрезерна	Шпонково-фрезерний верстат 692Р	Прийомні пристосування спеціальне з базуванням деталі по зовнішній циліндричній поверхні 8 і торцю
025 Горизонтально-фрезерна	Горизонтально-фрезерний верстат 6Р81	Прийомні пристосування спеціальне з базуванням деталі по зовнішній циліндричній поверхні 8 і торцю
030 Круглошліфувальна	Круглошліфувальний верстат 3Б151	Центр 7032-0032 КМ4 Хомутик 7107-0066
035 Круглошліфувальна	Круглошліфувальний верстат 3Б151	Центр 7032-0032 КМ4 Хомутик 7107-0066
040 Круглошліфувальна	Круглошліфувальний верстат 3Б151	Центр 7032-0032 КМ4 Хомутик 7107-0066

1.5. Висновки та постановка завдань на кваліфікаційну роботу

Деталь “Цапфа” БМД 55.603 відповідно до проведеного аналізу є технологічною, що підтверджують якісні та кількісні показники. У конструкції деталі відсутні особливо точні, важкодоступні та важкооброблювані поверхні. При цьому є достатній доступ для застосування ріжучих та контрольних інструментів.

Поставлені вимоги щодо якості поверхонь деталі “Цапфа” БМД 55.603 забезпечуються базовим технологічним процесом, при цьому внаслідок зміни типу виробництва виникає необхідність його вдосконалення.

Для підвищення продуктивності та ефективності обробки деталі “Цапфа” БМД 55.603 в проектний технологічний процес необхідно внести такі зміни:

- впровадження в технологічний процес методу отримання заготовки – штамповки, одержаної на кривошипному гарячостампувальному пресі;
- токарна обробка поверхонь, буде проводитись на токарних багаторіцевих гідрокопіювальних напівавтоматах замість універсальних токарно-гвинторізних верстатів 16К20;
- для обробки торців і центрувальних отворів доцільно використовувати фрезерно-центрувальний напівавтомат;
- шліфування поверхонь буде проводитись на круглошліфувальному напівавтоматі;
- для фрезерування пазів під шпонки використання шпонково-фрезерних верстатів;
- застосування багатоінструментальної наладки на токарних операціях.

При зміні технологічного обладнання відбудеться заміна технологічного оснащення та різальних інструментів, при цьому є можливість використання комбінованих інструментів, пристроїв з механізованими системами затиску, зокрема – застосування багаторіцевих наладок на токарних гідрокопіювальних операціях

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Визначення типу виробництва

Тип виробництва попередньо визначено на основі завдання, річної програми випуску $N = 110\ 000$ шт. та маси деталі “Цапфа” БМД 55.603 $m=1,84$ кг із стандартних таблиць, при цьому на основі цих даних тип виробництва – масовий.

Для розрахунку типу виробництва також використано розрахунково-аналітичний метод.

Тип виробництва визначено за коефіцієнтом закріплення операцій [1]:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P}, \quad (2.1)$$

де ΣO – сумарна кількість операцій на дільниці;

ΣP – сумарна кількість робочих місць на дільниці.

Дані базового технологічного процесу записано в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Трудозатрати базового технологічного процесу

Операція	Т шт. (Т шт.к)	Операція	Т шт. (Т шт.к)	Операція	Т шт. (Т шт.к)
005 Токарно-гвинторізна	3,28 хв.	015 Радіально-свердлильна	2,09 хв.	025 Кругло-шліфувальна	3,39 хв.
010 Токарно-гвинторізна	14,71 хв.	020 Шпонково-фрезерна	3,78 хв.	030 Кругло-шліфувальна	3,08 хв.
				035 Кругло-шліфувальна	3,96 хв.

Визначаємо кількість верстатів для кожної операції згідно [1]:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{зн}}, \quad (2.2)$$

де N – річна програма, шт. $N = 100000$ шт., $F_d = 3979$ годин для двох змін, $\eta_{з.н.} = 0,75$ для серійного типу виробництва.

Після визначення кількості верстатів для кожної операції m_p , визначаємо кількість робочих місць P , як цілі числа

$$m_{p_{005}} = \frac{110000 \cdot 3,28}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 2,02 . P_{005} = 3 \text{ верстати.}$$

$$m_{p_{010}} = \frac{110000 \cdot 14,71}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 9,0 . P_{010} = 12 \text{ верстатів.}$$

$$m_{p_{015}} = \frac{110000 \cdot 2,09}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 1,28 . P_{015} = 2 \text{ верстати.}$$

$$m_{p_{020}} = \frac{110000 \cdot 3,78}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 2,3 . P_{020} = 3 \text{ верстати.}$$

$$m_{p_{025}} = \frac{110000 \cdot 3,39}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 2,08 . P_{025} = 3 \text{ верстати.}$$

$$m_{p_{030}} = \frac{110000 \cdot 3,08}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 1,89 . P_{025} = 3 \text{ верстати.}$$

$$m_{p_{035}} = \frac{110000 \cdot 3,96}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 2,4 . P_{025} = 3 \text{ верстати.}$$

Розраховуємо фактичний коефіцієнт завантаження робочого місця [1]:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{m_p}{P} , \quad (2.3)$$

$$\eta_{з.ф.005} = \frac{2,02}{3} = 0,66 ;$$

$$\eta_{з.ф.010} = \frac{9}{12} = 0,75 ;$$

$$\eta_{з.ф.015} = \frac{1,28}{2} = 0,64 .$$

$$\eta_{з.ф.020} = \frac{2,3}{3} = 0,76.$$

$$\eta_{з.ф.025} = \frac{2,08}{3} = 0,69.$$

$$\eta_{з.ф.030} = \frac{1,89}{3} = 0,63.$$

$$\eta_{з.ф.035} = \frac{2,4}{3} = 0,8.$$

Розраховуємо кількість операцій на робочому місці, заокруглюючи до цілого числа [1]:

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}}, \quad (2.4)$$

$$O_{005} = \frac{0,75}{0,66} = 1,14. \quad O_{005} = 2 \text{ операції.}$$

$$O_{010} = \frac{0,75}{0,75} = 1,0. \quad O_{010} = 1 \text{ операція.}$$

$$O_{015} = \frac{0,75}{0,64} = 1,17. \quad O_{015} = 2 \text{ операції.}$$

$$O_{020} = \frac{0,75}{0,76} = 0,98. \quad O_{015} = 1 \text{ операція.}$$

$$O_{025} = \frac{0,75}{0,69} = 1,08. \quad O_{015} = 1 \text{ операція.}$$

$$O_{030} = \frac{0,75}{0,63} = 1,19. \quad O_{015} = 2 \text{ операції.}$$

$$O_{035} = \frac{0,75}{0,8} = 0,93. \quad O_{015} = 1 \text{ операція.}$$

Розраховуємо коефіцієнт закріплення операцій $K_{з.о.}$ за формулою (2.1):

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{2+1+2+1+1+2+1}{3+12+2+3+3+3+3} = 0,35.$$

Отже, на основі розрахунково-аналітичного методу тип виробництва масовий.

Такт випуску t_B [1]:

$$t_B = \frac{60 \cdot F_d}{N} = \frac{60 \cdot 3979}{110000} = 2,17 \text{ хв.} \quad (2.5)$$

2.2. Вибір способу одержання заготовки

Для одержання заготовки деталі “Цапфа” БМД 55.603 проведено порівняння двох методів:

1) Прокат $\frac{60 - B - \text{ГОСТ} 2590 - 88}{35 - 2 - \delta \text{ ГОСТ} 1050 - 88}$;

2) Штамповка на кривошипному гарячостампувальному пресі (відкрита штамповка).

Згідно [7] клас точності штамповки на кривошипному гарячостампувальному пресі – Т4 [7]; група сталі – М1 [7].

Ступінь складності штамповки як відношення маси $m_{ш}$ штамповки до маси m_{ϕ} описаної геометричної фігури [7]:

$$C = \frac{m_{ш}}{m_{\phi}}. \quad (2.6)$$

$$m_{ш} = m_d \cdot k_p = 1,84 \cdot 1,5 = 2,76 \text{ кг [7].}$$

$$m_{\phi} = V_{\phi} \cdot \rho,$$

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot H = \frac{3,14 \cdot 59^2 \cdot 147}{4} = 401690 \text{ мм}^3 = 401,7 \text{ см}^3;$$

$$m_{\phi} = 401,7 \cdot 1,05 \cdot 7,8 = 3,3 \text{ кг.}$$

$$\text{Група складності штамповки: } C = \frac{2,76}{3,3} = 0,84.$$

Згідно [7] при $C = 0,84$ штамповка відноситься до ступеня складності С1.

Визначаємо вихідний індекс заготовки [7] – 10.

Розрахункові загальні табличні припуски представлено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Загальні припуски

Оброблювана поверхня, її розмір, точність	Параметр шорсткості деталі, мкм	Допуск заготовки, мм	Загальний припуск, мм	Розмір заготовки із граничними відхиленнями
1) Прокат $\frac{60 - B - \text{ГОСТ} 2590 - 88}{35 - 2 - \delta \text{ГОСТ} 1050 - 88}$;				
Торцева поверхня $147 \pm IT14/2\text{мм}; Ra 26$	Ra 26	1,5	$2 \times 2 = 4$	$151 \pm 1,5$
2) Штамповка Т4, М1, С1				
Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 55h9; Ra 3,2;$	Ra 3,2	1,6	$2,0 \times 2 = 4$	$\varnothing 59_{-0,5}^{+1,1}$
Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 35k6; Ra 1,26;$	Ra 1,26	1,4	$2,5 \times 2 = 5,0$	$\varnothing 40_{-0,5}^{+0,9}$
Торцева поверхня $147 \pm IT14/2\text{мм}; Ra 26$	Ra 26	2,0	$1,3 \times 2 = 2,6$	$149,6_{-0,7}^{+1,3}$

Розраховуємо масу заготовки:

$$Q = V_3 \cdot \rho, \quad (2.7)$$

Об'єм заготовки із прокату:

$$V = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot H}{4}. \quad (2.8)$$

$$V_1 = \frac{\pi \cdot 60^2 \cdot 151}{4} = 426,7 \text{ см}^3.$$

Об'єм заготовки після штампування:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot 59^2 \cdot 33,3}{4} = 90,995 \text{ см}^3,$$

$$V_2 = \frac{\pi \cdot 40^2 \cdot 115,3}{4} = 146,1 \text{ см}^3,$$

$$V_{\text{зар } 2} = V_1 + V_2.$$

$$V_{\text{зар}} = 90,995 + 146,1 = 237 \text{ см}^3.$$

Маси заготовок із прокату і після штампування:

$$Q_1 = 426,7 \cdot 7,8 = 3328,5 \text{ г} = 3,33 \text{ кг}.$$

$$Q_2 = 237 \cdot 7,8 = 1849 \text{ г} = 1,85 \text{ кг}.$$

Розраховуємо коефіцієнт використання матеріалу для заготовок із прокату і після штампування:

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{q}{Q}. \quad (2.9)$$

$$K_{\text{в.м.1}} = \frac{1,45}{3,33} = 0,43.$$

$$K_{\text{в.м.2}} = \frac{1,45}{1,85} = 0,78.$$

Для розроблення технологічного процесу виготовлення вала вибираємо метод отримання заготовки штампування через вищий коефіцієнт використання матеріалу.

2.4. Проектування технологічного маршруту механічного оброблення деталі

Для вибору раціонального технологічного маршруту механічного оброблення деталі порівнюємо два варіанти із таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Методи обробки поверхонь деталі

№ пов.	Вид поверхні, позначення	Вихідні параметри деталі		Варіанти методів, маршрутів обробки поверхонь	
		Квалітет (ступінь точності)	Шорсткість, мкм	1	2
1	2	3	4	5	6
1,13	Торцева 147±IT14/2	14	Ra 26	Фрезерування торцевими фрезами	Чорнова підрізка
2	Фаска зовнішня 3×10°	14	Ra 26	Точіння однократне фасонним різцем	
3	Зовнішня циліндрична поверхня Ø 55h9 (-0,074);	9	Ra 3,2	Чорнове точіння Напівчистове точіння Чистове точіння	Чорнове точіння Напівчистове точіння Шліфування напівчистове
4	Зовнішня циліндрична поверхня Ø 59h16;	16	Ra 26	Не обробляється	
5	Зовнішня циліндрична поверхня Ø40h16;	16	Ra 26	Не обробляється	
6	Внутрішня радіусна поверхня Ø 45 мм, R = 10 мм	16	Ra 26	Не обробляється, утворюється штампуванням або видавлюванням	
7	Зовнішня циліндрична поверхня Ø 35k6 (+0,018; +0,002);	6	Ra 1,26	Чорнове точіння Напівчистове точіння Чистове точіння Шліфування чистове	Чорнове точіння Напівчистове точіння Шліфування напівчистове Шліфування чистове
8	Зовнішня циліндрична поверхня Ø 35h8 (-0,033)		Ra 2,5	Чорнове точіння Напівчистове точіння Чистове точіння	Чорнове точіння Напівчистове точіння Шліфування напівчистове
9	Фаска зовнішня 1,6×45°;	14	Ra 26	Точіння однократне	

Закінчення таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6
10	Отвір глухий Ø 10,2 мм під різь l= 40 мм	14	Ra 26	Свердління	
11	Фаска внутрішня 1,6×45°;	14	Ra 26	Зенкування	
12	Різовий отвір M12-Л-7H	12	Ra 12,6	Нарізання мітчиком	
14	Шпонковий паз 10P9 ($_{-0,051}^{-0,015}$), h = 5 ^{+0,2} , l = 40 мм	9	Ra 6,3,	Фрезерування шпонковою фрезою	
15, 16	Зовнішня лиска l = 7 мм, h = 55 ^(+0,1) Ra 12,6	12	Ra 12,6,	Фрезерування однократне дисковими фрезами	Фрезерування однократне торцевими фрезами

Записуємо структуру маршруту обробки деталі “Цапфа” БМД 55.603.

Операція 005 Фрезерно-центрувальна

1. Фрезерувати торці 1, 13 одночасно, витримуючи розмір 147±0,5.
2. Зацентрувати отвір 10, витримуючи розмір Ø4; 5,06±0,2.
3. Перевірити розміри: 147±0,5, Ø4; 5,06±0,2.

Операція 010 Токарно-копіювальна

1. Встановити заготовку, закріпити.
2. Точити фаску 9, витримуючи розмір 4,1 × 45° з поперечного супорта, точити попередньо поверхні 7, 8, витримуючи розмір Ø 36,84_{-0,62} по копіру.
3. Попередньо точити поверхні 7, 8, витримуючи розмір Ø 35,84_{-0,1} по копіру.
4. Зняти деталь.
5. Перевірити розміри: Ø 36,84_{-0,62}; Ø 35,84_{-0,1}; l = 120 мм.

Контроль 30%.

Операція 015 Токарно-копіювальна

1. Встановити заготовку, закріпити.

2. Точити попередньо поверхню 3, витримуючи розмір $\varnothing 56,6_{-0,74}$ по копіру, фаску 2, витримуючи розмір $3 \times 10^\circ$ з поперечного супорта.

3. Попередньо точити поверхню 3, витримуючи розмір $\varnothing 55,7_{-0,12}$ по копіру.

4. Зняти деталь.

5. Перевірити розміри: $\varnothing 56,6_{-0,74}$; $\varnothing 55,7_{-0,12}$; $l = 25h12_{(-0,210)}$; $3 \times 10^\circ$.
Контроль 30%.

Операція 020 Вертикально-свердлильна

1. Свердлити отвір 10 і зенкувати фаску 12 одночасно, витримуючи розміри $\varnothing 10,2H14$; $l = 40$ мм; $1,6 \times 45^\circ$

2. Перевірити розміри $\varnothing 10,2H14$, $1,6 \times 45^\circ$, 40

Операція 025 Шпонково-фрезерна

1. Фрезерувати шпонковий паз 14, витримуючи розміри 10P9 ($-0,015$); $h = 5^{+0,2}$, $l = 40$ мм.

2. Перевірити розміри 10P9 ($-0,015$), $5^{+0,2}$, 40

Операція 030 Горизонтально-фрезерна

1. Фрезерувати дві сторони поверхонь 15, 16 одночасно витримуючи розміри $l = 7^{+0,2}$ мм, $h = 55^{(+0,1)}$.

2. Перевірити розміри $55^{(+0,1)}$, $7^{+0,2}$

Операція 035 Круглошліфувальна

1. Шліфувати напівчисто поверхню 8, витримуючи розмір $\varnothing 35 h8$; $l = 77$ мм.

2. Шліфувати напівчисто поверхню 7, витримуючи розмір $\varnothing 35,14 h8$; $l = 33$ мм

3. Шліфувати начисто поверхню 7, витримуючи розміри $\varnothing 35k6$ ($+0,018$); $l = 33$ мм.

4. Перевірити розміри $\varnothing 35 h8$, 77, $\varnothing 35k6$, 33.

Операція 040 Різенарізна

1. Нарізати різь 11 в отворі 10, витримуючи розмір M12-Л-7H; $l = 30$ мм.

2. Перевірити розміри M12-Л-7H, 30.

Операція 045 Круглошліфувальна

1. Шліфувати напівчисто поверхню 3, витримуючи розмір $\varnothing 55h9 (-0,074)$
2. Перевірити розміри $\varnothing 55h9 (-0,074)$.

Операція 050 Контроль.

2.5. Визначення припусків на оброблення

Результати розрахунку припусків для механічної обробки поверхонь деталі “Цапфа” БМД 55.603 представлено в таблиці 2.5

Схему графічного розташування припусків для поверхні $\varnothing 17,6H7$ представлено рис. 2.3.

Таблиця 2.5 – Розрахункові припуски для механічної обробки

Технологічні операції і переходи обробки поверхонь деталі	Квалітет (ступінь точності)	Шорсткість, мкм	Допуск, мм	Припуск, мм	Операційні (проміжні) розміри із граничними відхиленнями
1	2	3	4	5	6
Торцеві поверхня $147 \pm IT14/2$					
Фрезерування	14	Ra 26	0,5	–	$147 \pm 0,5$
Заготовка	4-тий клас точності	Rz 160	2,0	$1,3 \times 2 = 2,6$	$149,6^{+0,3}_{-0,7}$
Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 55h9 (-0,074)$					
Шліфування напівчистове	9	Ra 3,2	0,074	$0,35 \times 2 = 0,7$	$\varnothing 55_{-0,074}$
Напівчистове точіння	10	Rz 20	0,12	$0,45 \times 2 = 0,9$	$\varnothing 55,7_{-0,12}$
Чорнове точіння	14	Rz 80	0,74	$1,2 \times 2 = 2,4$	$\varnothing 56,6_{-0,74}$
Заготовка	4-тий клас точності	Rz 160	1,6	$2,0 \times 2 = 4,0$	$\varnothing 59^{+1,1}_{-0,7}$
Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 35h8 (-0,033)$					
Шліфування напівчистове	8	Ra 2,5	0,033	$0,42 \times 2 = 0,84$	$\varnothing 35_{-0,033}$
Напівчистове точіння	10	Rz 20	0,1	$0,5 \times 2 = 1,0$	$\varnothing 35,84_{-0,10}$
Чорнове точіння	14	Rz 80	0,62	$1,58 \times 2 = 3,16$	$\varnothing 36,84_{-0,62}$
Заготовка	4-тий клас точності	Rz 160	1,4	$2,5 \times 2 = 5,0$	$\varnothing 40^{+0,9}$

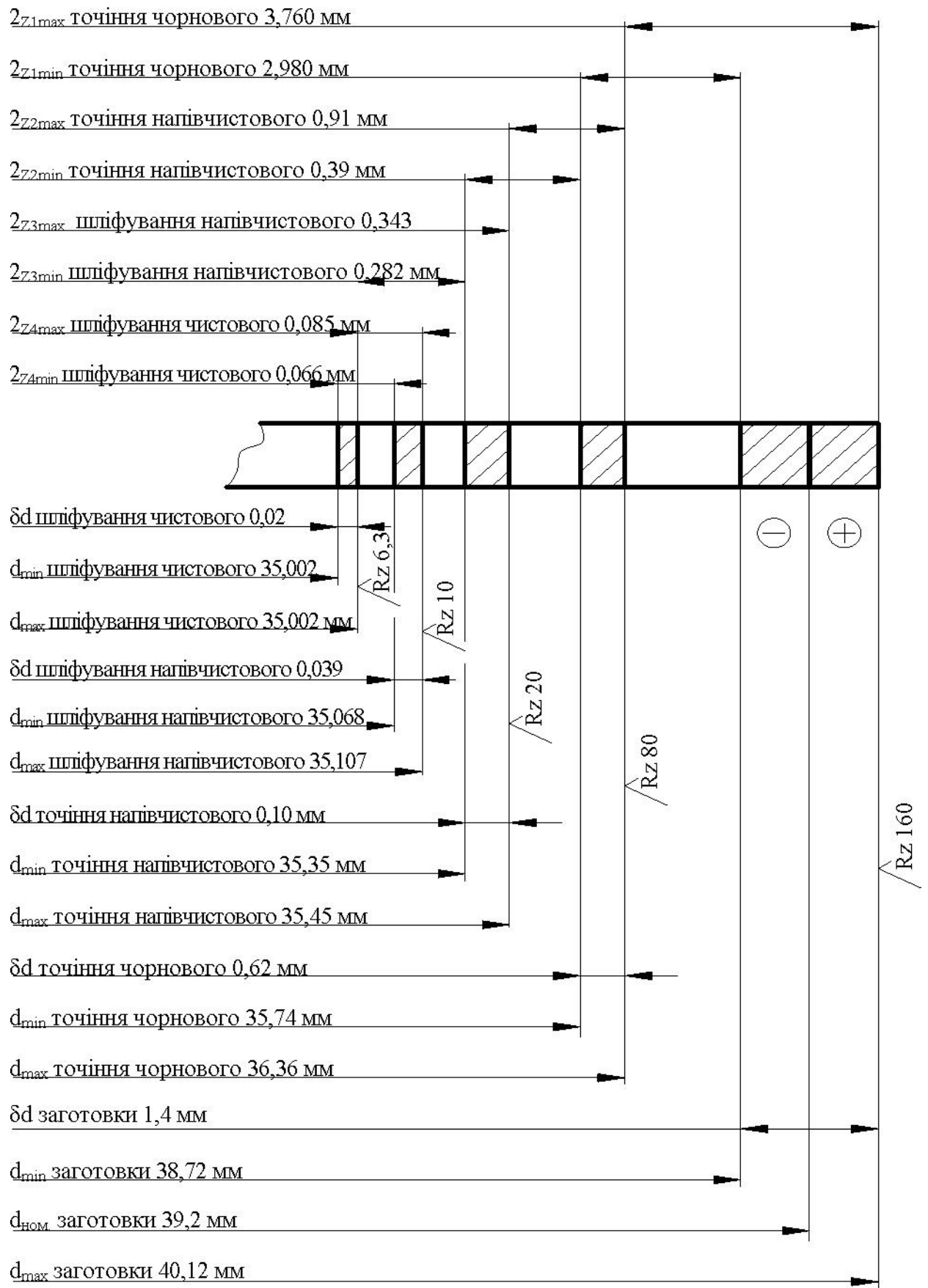


Рисунок 2.3 – Схема графічного розташування припусків та допусків на обробку поверхні $\varnothing 35k6$

Закінчення таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6
Отвір глухий $\varnothing 10,2$ мм під різь $l = 40$ мм					
Свердління	14	Ra 26	0,43	–	$\varnothing 10,2^{+0,43}$
Заготовка	4-тий клас точності	Rz 160	–	$5,1 \times 2 = 10,2$	Суцільний матеріал

2.6. Розрахунок і вибір режимів оброблення та технічних норм часу

Розрахунок режимів різання виконуємо розрахунково-аналітичним методом.

005 Операція Фрезерно-центрувальна

Фрезерувати торці 1, 13 одночасно, витримуючи розмір $147 \pm 0,5$.

Матеріал різальної частини – T5K10.

Ріжучий інструмент: Фреза торцева $D=100$ мм; $Z = 8$; T5K10.

1. Визначаємо глибину різання: $t = 1,3$ мм.

2. Визначаємо довжину робочого ходу:

$$L_{p.x.} = l_{різ.} + l_2 + l_{дод.}, \quad (2.10)$$

де $l_{різ.} = 59$ мм;

$l_2 = 12 + 5$ мм – величина врізання;

$l_{дод.} = 0$.

$$L_{p.x.} = 59 + 17 = 76 \text{ мм.}$$

3. Визначаємо подачу [10]:

$$S_z = S_{z_{табл.}} \cdot K_s \text{ мм/зуб}, \quad (2.11)$$

де $S_{z_{табл.}} = 0,18$ мм/зуб; $K_s = 1,0$ [10].

$$S_z = 0,18 \cdot 1,0 = 0,18 \text{ мм / зуб.}$$

4. Визначаємо період стійкості [10]:

$$T_p = K_\phi \cdot (T_{m1} + T_{m2}) \cdot \lambda, \quad (2.12)$$

де $K_\phi = 0,85$ [10];

$T_M = 120$ хв. [10];

λ – коефіцієнт часу різання

$$\lambda = \frac{L_{\text{різ}}}{L_{\text{р.х.}}} = \frac{59}{76} = 0,77;$$

Якщо $\lambda > 0,7$, то коефіцієнт часу різання не враховується.

Тоді $T_p = 0,85 \cdot (120 + 120) = 204$ хв.

5. Визначаємо швидкість різання [10]:

$$V = V_{\text{табл.}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (2.13)$$

де $V_{\text{табл.}} = 210$ м/хв [10];

$K_1 = 1,05$ [10].

$K_2 = 0,9$ [10].

$K_3 = 0,5$ [10].

$$V = 210 \cdot 1,05 \cdot 0,9 \cdot 0,5 = 99 \text{ м/хв.}$$

6. Визначаємо частоту обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 99}{\pi \cdot 100} = 315 \text{ хв}^{-1}.$$

7. Приймаємо по паспорту верстата $n_d = 355 \text{ хв}^{-1}$.

8. Коректуємо швидкість різання:

$$V_d = \frac{\pi \cdot d \cdot n_d}{1000} = \frac{\pi \cdot 100 \cdot 355}{1000} = 111 \text{ м/хв.}$$

9. Визначаємо хвилинну подачу:

$$S_M = S_Z \cdot Z \cdot n = 0,18 \cdot 8 \cdot 355 = 511 \text{ мм/хв.}$$

10. Визначаємо потужність різання [10]:

$$N_{\text{різ.}} = E \frac{V \cdot t \cdot Z}{1000} \cdot K_1 \cdot K_2,$$

де $E = 1,4$ [10];

$$K_1 = 1,3 [10];$$

$$K_2 = 0,9 [10];$$

$$N_{\text{різ.р.}} = 1,4 \frac{111 \cdot 1,3 \cdot 8}{1000} \cdot 1,3 \cdot 0,9 = 1,89 \text{ кВт.}$$

Для обробки торців двома фрезами одночасно

$$N_{\text{різ.р.}} = N_{\text{різ.}} \times 2 = 1,89 \times 2 = 3,78 \text{ кВт.}$$

11. Перевіряємо потужність приводу верстата:

$$N_{\text{різ}} \leq N_{\text{шп}}, \text{ кВт};$$

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{д}} \cdot \eta, \text{ кВт};$$

де $N_{\text{д}}$ – потужність приводу головного руху верстата МР-78 – 10 кВт;

$$\eta = 0,8.$$

$$N_{\text{шп}} = 10 \cdot 0,8 = 8 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{різ}} = 3,78 \text{ кВт} \leq N_{\text{шп}} = 8 \text{ кВт. Умова виконується.}$$

12. Визначаємо основний час:

$$T_o = \frac{L_{\text{р.х.}}}{S_{\text{м}}} = \frac{76}{511} = 0,15 \text{ хв.}$$

010 Операція Токарно-копіювальна

Перехід 2.

На даному переході проводиться попереднє точіння поверхонь 7, 8, витримуючи розмір $\varnothing 36,84_{-0,62}$ з копіювального супорта і точіння фаски 9, витримуючи розмір $4,1 \times 45^\circ$ з поперечного супорта одночасно.

Матеріал різальної частини – твердий сплав Т5К10.

Ріжучий інструмент:

Різець 1 – Різець токарний прохідний прямий, Т5К10, $\varphi=45^\circ$ 12×20

Різець 2 – токарний прохідний упорний, Т5К10, $\varphi = 90^\circ$; 12×16

1. Визначаємо глибину різання для кожного різця:

Для різця 1 – $t_1 = 2,52$ мм.

Для різця 2 – $t_2 = 1,58$ мм.

2. Визначаємо довжину робочого ходу копіювального та поперечного супортів:

Довжина робочого ходу копіювального супорта:

$$L_{\text{р.х.}} = l_{\text{різ.}} + l_2 + l_{\text{дод.}} \quad (2.14)$$

де $l_{\text{різ.}} = 110$ мм;

$l_2 = 0$ мм;

$l_{\text{дод.}} = 0$;

$$L_{\text{р.х.}} = 110 + 0 + 0 = 110 \text{ мм.}$$

Довжина робочого ходу поперечного супорта:

$l_{\text{різ.}} = 2,52$ мм;

$l_2 = 2$ мм – величина врізання;

$l_{\text{дод.}} = 0$.

$$L_{\text{р.х.}} = 2,52 + 2 + 0 = 4,52 \text{ мм.}$$

3. Визначаємо подачу супортів:

Для поперечного супорта $S_o = 0,6$ мм/об [6].

Для копіювального супорта $S_o = 0,6$ мм/об [20].

4. Визначаємо період стійкості лімітуючого інструменту [6]:

$$T_p = T_M \cdot K_{\text{ти}}, \quad (2.15)$$

де $T_M = 60$ хв. [6];

$K_{\text{ти}} = 1,5$ [6].

$$T_p = 60 \cdot 1,5 = 90 \text{ хв.}$$

5. Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (2.16)$$

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{NV} \cdot K_{IV} \cdot K_{\varphi} \cdot K_{\varphi 1} \cdot K_r, \quad (2.17)$$

Визначаємо для різця 1 поперечного супорта:

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} [6].$$

$$\sigma_B = 600 \text{ МПа};$$

$$K_r = 1,0 [6];$$

$$n_v = 0,25;$$

$$K_{MV} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{600} \right)^{1,25} = 1,25;$$

$$K_{NV} = 0,8 [6];$$

$$K_{IV} = 0,65 [6];$$

$$K_{\varphi v} = 1,0 \text{ при } \varphi = 45^\circ [6];$$

$$K_{\varphi 1 v} = 0,87 [6];$$

$$K_{rv} = 0,94 \text{ при } r1 [6];$$

$$K_v = 1,25 \cdot 0,8 \cdot 0,65 \cdot 1,0 \cdot 0,87 \cdot 0,94 = 0,53;$$

$$V_1 = \frac{350}{90^{0,2} \cdot 2,52^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,53 = 78,6 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо швидкість різання для різця 2 копіювального супорта:

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} [6];$$

$$\sigma_B = 600 \text{ МПа};$$

$$K_r = 1,0 [6];$$

$$n_v = 0,25.$$

$$K_{MV} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{600} \right)^{1,25} = 1,25;$$

$$K_{NV} = 0,8 [6];$$

$$K_{IV} = 0,65 [6];$$

$$K_{\varphi v} = 0,7 [6];$$

$$K_{\phi 1v} = 1,0 \text{ [6];}$$

$$K_{rv} = 0,94 \text{ [6];}$$

$$K_v = 1,25 \cdot 0,8 \cdot 0,65 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 0,94 = 0,4277 ;$$

$$V_2 = \frac{350}{90^{0,2} \cdot 1,58^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,4277 = 68 \text{ м/хв.}$$

Таким чином, лімітуючим по швидкості головного руху різання є різець 1.
Тому приймаємо: $V = 68 \text{ м/хв.}$

6. Визначаємо частоту обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 68}{\pi \cdot 36,84} = 588 \text{ хв}^{-1}.$$

7. Приймаємо по паспорту верстата: $n_d = 510 \text{ хв}^{-1}$.

8. Коректуємо швидкість різання:

$$V_{d1} = \frac{\pi \cdot d \cdot n_d}{1000} = \frac{\pi \cdot 36,84 \cdot 510}{1000} = 59 \text{ м/хв.}$$

9. Визначаємо силу різання [6]:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p ;$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} ;$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n \text{ [6];}$$

$$n = 0,75 \text{ [6];}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{600}{750} \right)^{0,75} = 0,846 \text{ [6].}$$

Визначаємо складові формули для різця 1 поперечного супорта.

$$K_{\phi p} = 1,0 \text{ [6];}$$

$$K_{\gamma p} = 1,1 \text{ [6];}$$

$$K_{\lambda p} = 1,0 \text{ [6];}$$

$$K_{rp} = 0,87 \text{ при } r 0,5 [6];$$

$$K_p = 0,846 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,87 = 0,8;$$

$$P_{z1} = 10 \cdot 300 \cdot 2,52^{1,0} \cdot 0,6^{0,75} \cdot 59^{-0,15} \cdot 0,8 = 2220,8 \text{ Н.}$$

Визначаємо складові формули для різця 2 копіювального супорта.

$$K_{\phi p} = 0,89 [20];$$

$$K_{\gamma p} = 1,1 [6];$$

$$K_{\lambda p} = 1,0 [6];$$

$$K_{rp} = 0,87 \text{ при } r 0,5 [6];$$

$$K_p = 0,846 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,87 = 0,72 ;$$

$$P_{z2} = 10 \cdot 300 \cdot 1,58^{1,0} \cdot 0,6^{0,75} \cdot 59^{-0,15} \cdot 0,72 = 1261 \text{ Н.}$$

10. Визначаємо потужність різання на всіх різцях наладки:

$$N_{\text{різ}} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт}$$

Для різця 1 поперечного супорта.

$$N_{\text{різ1}} = \frac{2220,8 \cdot 59}{1020 \cdot 60} = 2,14 \text{ кВт.}$$

Для різця 2 копіювального супорта

$$N_{\text{різ2}} = \frac{1261 \cdot 59}{1020 \cdot 60} = 1,2 \text{ кВт.}$$

$$\sum N_{\text{різ}} = N_{\text{різ1}} + N_{\text{різ2}}, \text{ кВт};$$

$$\sum N_{\text{різ}} = 2,14 + 1,2 = 3,34 \text{ кВт.}$$

11. Перевіряємо потужність приводу верстата:

$$N_{\text{різ}} \leq N_{\text{шп}}, \text{ кВт};$$

Продовження таблиці 2.6

Напівчисто точити поверхні 7, 8, витримуючи розмір $\varnothing 35,84_{-0,1}$	0,5	110	1	92	0,72	1252	140,6	–	0,12	–
015 Токарно-копіювальна										
Перехід 2 Точити начорно поверхню 3, витримуючи розмір $\varnothing 56,6_{-0,74}$ Точити фаску 2, витримуючи розмір $3 \times 10^\circ$	1,2	25	1	92	0,6	512	90,6	–	0,08	5,84
Перехід 3 Напівчисто точити поверхню 3, витримуючи розмір $\varnothing 55,7_{-0,12}$	0,45	25	1	92	0,4	807	140,7	–	0,08	–
020 Вертикально-свердлильна										
Свердлити отвір 10 і зенкувати фаску 12 одночасно, витримуючи розміри $\varnothing 10,2H14$; $l = 40$ мм; $1,6 \times 45^\circ$	5,1	46	1	22	0,16	502	17	–	0,58	1,2
025 Шпонково-фрезерна										
Фрезерувати шпонковий паз 14, витримуючи розміри $10P9 \begin{smallmatrix} -0,015 \\ -0,051 \end{smallmatrix}$; $h = 5^{+0,2}$, $l = 40$ мм	0,2	52	27	62	S_z 0,16	1302	40,81	416	3,38	0,85
030 Горизонтально-фрезерна										
Фрезерувати дві сторони поверхонь 15, 16 одночасно витримуючи розміри $l = 7^{+0,2}$ мм, $h = 55^{(+0,1)}$.	7	47	1	122	0,1 мм/ зуб	762	298	–	0,1	6,3

Закінчення таблиці 2.6

035 Круглошліфувальна										
Перехід 2 Шліфувати напівчисто поверхню 8, витримуючи розмір Ø 35 h8; l = 77 мм.	0,42	98	1	–	0,0075	131	21	–	0,32	0,98
Перехід 3 Шліфувати напівчисто поверхню 7, витримуючи розмір Ø 35,14 h8; l = 33 мм.	0,35	40	1	–	0,0075	202	22	–	0,14	0,82
Перехід 4 Шліфувати начисто поверхню 7, витримуючи розміри Ø 35k6 ($^{+0,018}_{-0,002}$); l = 33 мм.	0,07	40	1	–	0,0075	202	22	–	0,2	–
040 Різенарізна										
Нарізати різь 11 в отворі 10, витримуючи розмір M12-L-7H, l = 30 мм.	1,75	36+	1	25	1,75	127	4,7	–	0,33	0,3
045 Круглошліфувальна										
Шліфувати напівчисто поверхню 3, витримуючи розмір Ø 55h9 ($_{-0,074}$); l = 25 мм.	0,35	30	1	–	0,0075	132	21	–	0,165	1,22

1. Визначаємо норму штучного часу на 015 операцію:

$$T_{\text{шт}} = 0,47 + 0,0032 + 0,008 + 0,023 = 0,5 \text{ хв.}$$

005 Фрезерно-центрувальна операція.

1. Основний час $T_o = 0,15$ хв.
2. Штучний час [1]:

$$T_{\text{шт}} = \Psi_k \cdot T_o, \quad (2.18)$$

Закінчення таблиці 2.7

025 Різенарізна	0,33								0,43
030 Шпонково-фрезерна	3,38								5,1
035 Круглошліфувальна	0,165								0,26
040 Круглошліфувальна	0,66								0,99

На основі розрахунків побудовано графік завантаження обладнання (рис. 2.4).

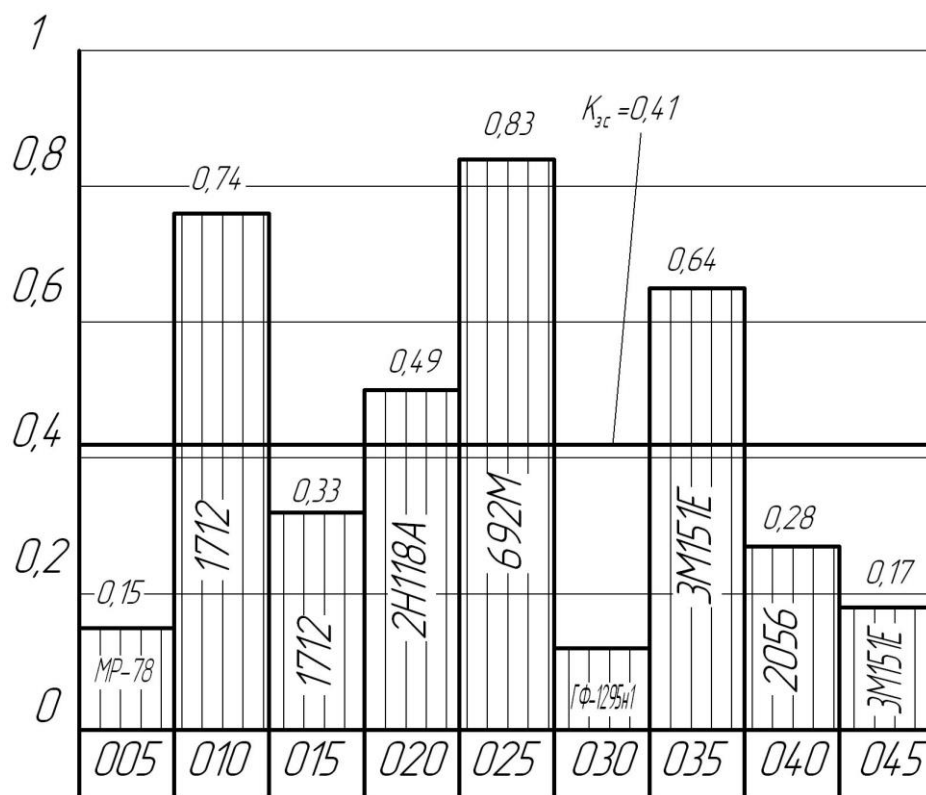


Рисунок 2.4 – Графік завантаження обладнання

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок похибки пристосування

Похибка установки деталі “Цапфа” БМД 55.603 в пристрої [9].

$$\Delta\varepsilon_y = \sqrt{\Delta\varepsilon_6^2 + \Delta\varepsilon_3^2 + \Delta\varepsilon_{\text{пр}}^2}, \quad (3.1)$$

де $\Delta\varepsilon_6$ – похибка, що виникає під час базування заготовки у пристрої;

$\Delta\varepsilon_3$ – похибка закріплення заготовки затискними елементами пристрою;

$\Delta\varepsilon_{\text{пр}}$ – похибка виготовлення пристосування.

Умова забезпечення точності розмірів на 030 горизонтально-фрезерній операції при фрезеруванні лисок в розмір $55^{+0,2}$ висотою 7мм:

$$\Delta\varepsilon_y \leq \Delta\varepsilon_{y,\text{доп.}}, \quad (3.2)$$

де $\Delta\varepsilon_{y,\text{доп.}}$ – похибка, що допускається при досягненні заданого розміру деталі.

Тому розрахунок похибки установки проведено для конкретного розміру, що отримується на даній операції.

На 030 горизонтально-фрезерній операції проводиться фрезерування двох лисок в розмір $55^{+0,2}$ висотою 7мм. Розрахункову схему для визначення похибки встановлення заготовки на 030 горизонтально-фрезерній операції у цангу пристрою представлено.

Точність розміру ширини лиски $55^{+0,2}$ залежить від точності інструменту, Тому похибка $\Delta\varepsilon_{61} = 0$ на цей розмір.

Похибка закріплення [12]: $\varepsilon_3 = 0,060$ мкм. при установці деталі на цангу із закріпленням на поверхні, що піддавалась механічній обробці.

Похибка пристосування нормальної точності в інженерних розрахунках $\varepsilon_{\text{пр}} = 140$ мкм.

Тоді похибка установки деталі “Цапфа” БМД 55.603 в пристрої:

$$\Delta\varepsilon_{y2} = \sqrt{0^2 + 60^2 + 140^2} = 152 \text{ мкм} = 0,152 \text{ мм.}$$

Визначаємо допустиму похибку установки $\Delta\varepsilon_{y,\text{доп.}}$ при фрезеруванні деталі в розмір $55^{+0,2}$:

$$\Delta\varepsilon_{y,\text{доп.}} = \delta, \quad (3.3)$$

де δ – допуск на розмір $55^{+0,2}$, $\delta = 0,2$ мм.

Отже, $\Delta\varepsilon_{y14} = 0,152 \text{ мм} < \Delta\varepsilon_{y,\text{доп.}} = 0,2 \text{ мм.}$, відповідно фрезерування лисок $55^{+0,2}$ деталі “Цапфа” БМД 55.603 в пристрої можливе із заданою точністю.

3.2. Розрахунок приводу пристосування

Вибір і розрахунок приводу пристосування ґрунтується на визначенні сили затиску заготовки під час фрезерування двох лисок $55^{+0,1}$ деталі “Цапфа” БМД 55.603 на 030 горизонтально-фрезерній операції із врахуванням найбільших величин сили різання, а відповідно і сил затиску. Для цього розроблено розрахункову схему.

Умова забезпечення стійкого положення заготовки при фрезеруванні:

Для забезпечення стабільності процесу фрезерування лисок сума моментів тертя $M_{\text{тр}}$ при затиску заготовки повинна бути більшою-рівною за момент різання $M_{\text{різ}}$:

$$M_{\text{тр}} \geq KM_{\text{різ}}, \quad (3.3)$$

де K - коефіцієнт запасу.

Розраховуємо момент різання під час фрезерування двох лисок:

$$M_{\text{різ}} = P_z \cdot R_3, \quad (3.4)$$

де P_z – сила різання, Н;

$R_3 = 27,5$ мм – радіус контакту між заготовкою та фрезою.

Розраховуємо момент тертя під час затиску:

$$M_{\text{тр}} = Q \cdot R \cdot f_1 \quad (3.5)$$

де Q – сила затиску, Н;

$f_1 = 0,3$ – коефіцієнт тертя між поверхнями контакту заготовки і цанги;

$R = 18 \text{ мм}$ – радіус контакту між заготовкою та цангою.

На основі рівнянь (3.4) та (3.5) одержано:

$$Q \geq \frac{K \cdot P_z \cdot R_3}{f_1 \cdot R} \quad (3.6)$$

Сила різання при фрезеруванні циліндричною фрезою [20]:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{\text{мп}}, \quad (3.7)$$

Поправочний коефіцієнт, що враховує матеріал заготовки [20]:

$$K_{\text{мп}} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (3.8)$$

$\sigma_B = 540 \text{ МПа}$; $n = 0,33$ [20];

$$K_{\text{мп}} = \left(\frac{540}{750} \right)^{0,33} = 0,89 \text{ [20]}.$$

$t = 7,0 \text{ мм}$; $S_z = 0,1 \text{ мм/зуб}$; $B = 2 \text{ мм}$; $z = 2$; $D = 125 \text{ мм}$; $n = 760 \text{ хв}^{-1}$.

Тоді

$$P_z = \frac{10 \cdot 261 \cdot 7^{0,9} \cdot 0,1^{0,8} \cdot 2^{1,1} \cdot 2}{125^{1,1} \cdot 750^{0,1}} \cdot 0,9 = 35,09 \text{ Н}.$$

Коефіцієнт запасу визначається згідно [6]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6. \quad (3.9)$$

$$K = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,93.$$

Підставляючи дані у формулу (3.6), одержано:

$$Q = \frac{3,12 \cdot 35,09 \cdot 27,5}{0,2 \cdot 18} = 836,3 \text{ Н.}$$

Перевірка умови затиску:

$$Q \leq W \cdot i - F_o, \quad (3.10)$$

де W – сила дії пневмоциліндра;

i – передаточне відношення;

F_o – сила опору, Н.

Розраховуємо передаточне відношення силового механізму із врахуванням конструкції пристосування за формулою [22]:

$$W = \frac{F_{шт}}{\operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2} + \varphi\right)} - Q_1 \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2} + \varphi\right) - 3F_n, \quad (3.11)$$

де Q_1 – сила стискання пелюстка цанги пристрою, Н;

α – кут конуса цанги; $\alpha = 25^\circ$.

φ – кут тертя між поверхнями цанги та конуса, град; $\varphi = 9^\circ$ [16];

F_n – сила стиснення пружини, Н, $F_n = 60 \text{ Н}$.

Сила стискання пелюстка цанги пристрою [22]:

$$Q_1 = 0,17 \cdot 10^3 \frac{t \cdot d^3 \cdot S_{\max}}{l^3}, \quad (3.12)$$

де l – довжина пелюстка, $l = 60$ мм;

$t = 5$ мм; $d = 50$ мм; $S_{\max} = 0,08 \dots 0,12$ мм [15].

$$Q_1 = 0,17 \cdot 10^3 \frac{5 \cdot 50^3 \cdot 0,1}{60^3} = 49 \text{ Н.}$$

Для затиску заготовки вибрана пневмокамера односторонньої дії. Для таких пневмокамер тягову силу на штоці визначено за формулою [22]:

$$F_{\text{шт}} = \frac{\pi}{16} \cdot (D + d)^2 \cdot p \cdot \eta, \quad (3.13)$$

де D – діаметр пневмокамери; $D = 0,150$ м;

d – діаметр штока; $d = 0,100$ м;

$$\text{Тоді } F_{\text{шт}} = \frac{3,14}{16} \cdot (0,150 + 0,100)^2 \cdot 0,4 \cdot 10^6 \cdot 0,95 = 4660 \text{ Н.}$$

$$W = \frac{4660}{\text{tg}\left(\frac{25}{2} + 9\right)} - 49 \text{tg}\left(\frac{25}{2} + 9\right) - 3 \cdot 60 = 11630 \text{ Н.}$$

Перевіряємо умову надійності затиску:

$$W > Q.$$

В нашому випадку $W = 11630 \text{ Н} > Q = 836,3 \text{ Н}$.

Висновок: деталь “Цапфа” БМД 55.603 надійно буде закріплена при фрезеруванні на 030 горизонтально-фрезерній операції.

3.3. Вибір методу і схеми контролю параметрів виробу

Проведемо розрахунок калібра-скоби для контролю діаметра цапфи $\varnothing 35k6 \begin{smallmatrix} +0,018 \\ +0,002 \end{smallmatrix}$.

Приймаємо для контролю розміру $\varnothing 35k6 \begin{smallmatrix} +0,018 \\ +0,002 \end{smallmatrix}$ калібр-скобу односторонній двохграничний.

Визначаємо найменші розміри прохідної та непрохідної сторони та зношеного калібру [16]:

$$ПР_{\min} = d_{\max} - Z_1 - \frac{H_1}{2}. \quad (3.14)$$

$$НЕ_{\min} = d_{\min} - \frac{H_1}{2}. \quad (3.15)$$

$$ПР_{\text{зн.}} = d_{\max} + y_1. \quad (3.16)$$

1. Визначаємо з [16] складові формул: $Z_1 = 3,5$ мкм, $H_1 = 4$ мкм, $Y_1 = 3$.
2. Граничні розміри будуть такими:

$$d_{\max} = d + es = 35 + 0,018 = 35,018 \text{ мм.}$$

$$d_{\min} = d + ei = 35 + 0,002 = 35,002 \text{ мм.}$$

3. Виконавчі розміри будуть такими:

- Найменший розмір прохідної частини:

$$ПР_{\min} = 35,018 - 0,0035 - \frac{0,004}{2} = 20,0165 \text{ мм,}$$

На кресленні позначають: $35,0165^{+0,004}$ ПР.

- Найменший розмір непрохідної частини:

$$НЕ_{\max} = 35,002 - \frac{0,004}{2} = 35,0 \text{ мм.}$$

На кресленні позначають: $35^{+0,004}$ НЕ.

- Найбільший розмір зношеного калібра-скоби:

$$ПР_{\text{зн.}} = 35,018 + 0,003 = 35,021 \text{ мм.}$$

4. На основі розрахунків будуємо схему розташування полів допусків калібра-скоби (рис. 3.1)

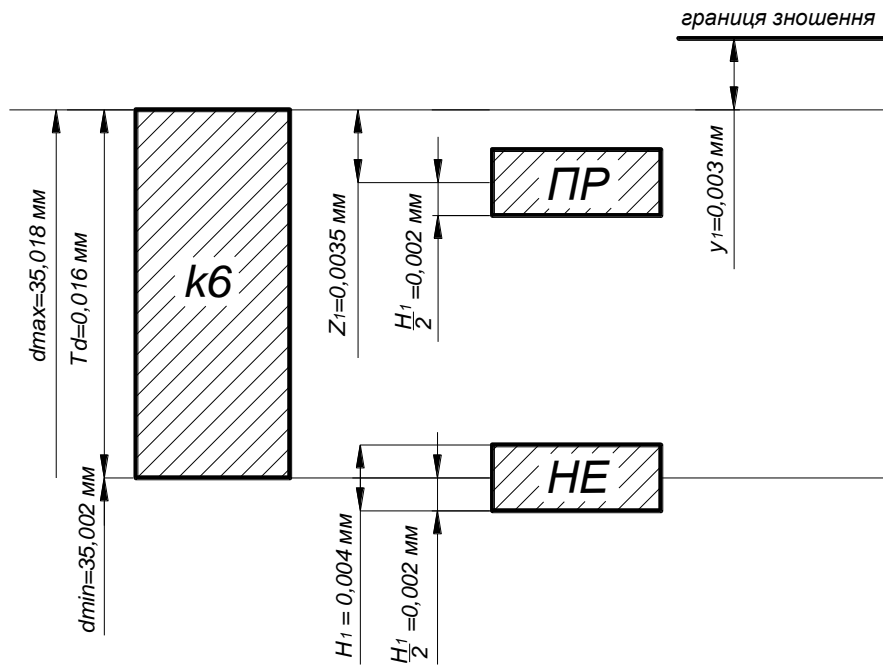


Рисунок 3.1 – Схема розташування полів допусків калібра-скоби для контролю розміру $\varnothing 35\text{k}6 \begin{pmatrix} +0.018 \\ +0.002 \end{pmatrix}$ цапфи БМД 55.603

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1. Розрахунок кількості засобів пожежогасіння для розміщення на ділянці виготовлення деталі

До первинних засобів пожежогасіння відносяться вогнегасники, пожежний інвентар (покривала з негорючого теплоізоляційного полотна, грубововняної тканини або повсті, ящики з піском, бочки з водою, пожежні відра, совкові лопати) та пожежний інструмент (гаки, ломи, сокири тощо).

Для визначення видів та кількості первинних засобів пожежогасіння слід враховувати фізико-хімічні та пожежо-небезпечні властивості горючих речовин, їх взаємодію з вогнегасними речовинами, а також розміри площ виробничих приміщень, відкритих майданчиків та установок.

Необхідну кількість первинних засобів пожежогасіння визначають окремо для кожного поверху та приміщення, а також для етажерок відкритих установок.

Якщо в одному приміщенні знаходиться декілька різних за пожежною небезпекою виробництв, не відділених одне від одного протипожежними стінами, усі ці приміщення забезпечують вогнегасниками, пожежним інвентарем та іншими видами засобів пожежогасіння за нормами найбільш небезпечного виробництва.

Покривала повинні мати розмір не менше як 1м × 1м. Вони призначені для гасіння невеликих осередків пожеж у разі займання речовин, горіння яких не може відбуватися без доступу повітря. У місцях застосування та зберігання горючих речовин розміри покривал можуть бути збільшені до величин: 2м × 1,5м, 2м × 2м. Покривала слід застосовувати для гасіння пожеж класів «А», «В», «D», (Е).

Бочки з водою встановлюють у виробничих, складських та інших приміщеннях, спорудах у разі відсутності внутрішнього протипожежного водогону та за наявності горючих матеріалів, їх кількість у приміщеннях визна-

чається з розрахунку установки однієї бочки на 250-300 м² захищеної площі.

Бочки для зберігання води з метою пожежогасіння відповідно до ГОСТ 12.4.009-83 повинні мати місткість не менше 0,2 м³ і бути укомплектовані пожежним відром місткістю не менше 0,008 м³.

Пожежні щити (стенди) встановлюються на території об'єкта з розрахунку один щит (стенд) на площу 5000 м².

До комплекту засобів пожежогасіння, які розміщуються на ньому, слід включати: вогнегасники – 3 шт., ящик з піском – 1 шт., покривало з негорючого теплоізоляційного матеріалу розміром 2м × 2м – 1 шт., гаки – 3 шт., лопати – 2 шт., ломи – 2 шт., сокири – 2 шт.

Ящики для піску повинні мати місткість 0,5, 1,0 або 3,0 м³ та бути укомплектованими совковою лопатою.

Вмістилища для піску, що є елементом конструкції пожежного стенду, повинні бути місткістю не менше 0,1 м³. Конструкція ящика (вмістилища) повинна забезпечувати зручність діставання піску та виключати попадання опадів.

Склади лісу, тари та волокнистих матеріалів слід забезпечувати збільшеною кількістю пожежних щитів з набором первинних засобів пожежогасіння, виходячи з місцевих умов.

Будівлі та споруди, які зводяться та реконструюються, мають бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння з розрахунку:

- на 200 м² площі підлоги – один вогнегасник (якщо площа поверху менша 200 м² – два вогнегасники на поверх), бочка з водою, ящик з піском;
- на кожні 20 м довжини риштування (на поверхах) – один вогнегасник (але не менше двох на поверсі), а на кожні 100 м довжини риштування – бочка з водою;
- на 200 м² площі перекриття з горючим утеплювачем або горючими покрівлями – один вогнегасник, бочка з водою, ящик з піском;
- на кожну люльку агрегату для будівництва градирень – по два вогнегасники;
- у місці встановлення теплогенераторів, калориферів – два вогнегасники та ящик з піском на кожний агрегат.

У вищезазначених місцях слід застосовувати вогнегасники пінні чи водяні місткістю 10 л або порошкові місткістю не менше 5 л.

На території будівництва, в місцях розташування тимчасових будівель, складів, майстерень встановлюють пожежні щити (стенди) та бочки з водою.

Вибір типу та визначення потрібної кількості вогнегасників здійснюється згідно з таблицями в залежності від їх вогнегасної спроможності, граничної площі, класу пожежі горючих речовин та матеріалів у захищуваному приміщенні або на об'єкті (стандарт ISO №3941-77) :

- клас А – пожежі твердих речовин, переважно органічного походження, горіння яких супроводжується тлінням (деревина, текстиль, папір);
- клас В – пожежі горючих рідин або твердих речовин, які розтоплюються;
- клас С – пожежі газів;
- клас D – пожежі металів та їх сплавів;
- клас (Е) – пожежі, пов'язані з горінням електроустановок. Крім перерахованих параметрів, береться до уваги також категорія приміщень за вибухопожежною та пожежною безпекою.

Вибір типу вогнегасника (пересувний чи переносний) обумовлений розмірами можливих осередків пожеж; у разі збільшення їх розмірів рекомендується використовувати пересувні вогнегасники .

Для гасіння великих площ горіння, коли застосування ручних та пересувних вогнегасників є недостатнім, на об'єкті мають бути передбачені додатково ефективні засоби пожежогасіння.

У таблицях знаком «++» позначені вогнегасники, рекомендовані до оснащення об'єктів, знаком «+» – вогнегасники, застосування яких дозволяється в разі відсутності рекомендованих вогнегасників та за наявності відповідного обґрунтування; знаком «-» – вогнегасники, котрі не допускаються для оснащення об'єктів.

Необхідно враховувати кліматичні умови експлуатації будівель та споруд, вибираючи вогнегасник з відповідною температурною межею використання.

Якщо на об'єкті можливі комбіновані осередки пожеж, то перевага у

виборі вогнегасника віддається більш універсальному щодо області застосування.

З наведених нижче рекомендацій, а також скориставшись даними таблиць (стандарт ISO №3941-77), призначаємо наступну кількість засобів пожежогасіння для проєктованого цеху:

У відділеннях механічної обробки, заготівельних і складських приміщеннях, пожежні щити на відстані 50 м один від одного, оснащені: вогнегасники – 3 шт.; покривало з негорючого матеріалу розміром 2м × 2м – 1 шт.; гаки – 3 шт.; лопати – 2 шт.; ломы – 2 шт.; сокири – 2 шт.; ящик з піском – 1 шт.

Відділення по збереженню палива і мастильних речовин, а також у фарбувальному цеху, додатково оснастити пересувними порошковими вогнегасниками місткістю 50л., а також бочками з водою, по одній на відділення.

4.2. Спеціальне навчання і перевірка знань з питань охорони праці працівників, які виконують роботи підвищеної небезпеки

Працівники під час прийняття на роботу і у процесі роботи мають проходити за рахунок роботодавця інструктаж і навчання з питань охорони праці (ОП), з надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків та правил поведінки в разі виникнення аварії.

Такі обов'язки щодо організації та проведення навчання працівників з питань ОП покладаються на роботодавця ст. 153 КЗпП і ст. 18 Закону про охорону праці.

У свою чергу, відповідно до ст. 14 Закону про охорону праці працівник зобов'язаний знати і виконувати вимоги нормативно-правових актів з питань ОП.

Крім того, відповідно до ст. 18 Закону про охорону праці:

— працівники, зайняті на роботах з підвищеною небезпекою або там, де

існує потреба у професійному доборі, повинні щороку проходити за рахунок роботодавця спеціальне навчання та перевірку знань відповідних нормативно-правових актів з ОП.

Як зазначалося вище, посадові особи та інші працівники, зайняті на роботах, зазначених у Переліку № 15 і Переліку № 263/121 (далі — роботи підвищеної небезпеки), проходять щороку спеціальне навчання та перевірку знань відповідних нормативно-правових актів з ОП.

Спеціальне навчання з питань ОП може проводитися як безпосередньо на підприємстві, так і іншим суб'єктом господарської діяльності, який проводить відповідне навчання в порядку, установленому Типовим положенням № 15. При здійсненні професійної підготовки, перепідготовки і підвищення кваліфікації безпосередньо на підприємстві спеціальне навчання з питань ОП є складовою зазначеної професійної підготовки.

Спеціальне навчання з питань ОП проводиться роботодавцем на підприємстві за навчальними планами та програмами, що розробляються з урахуванням конкретних видів робіт, виробничих умов, функціональних обов'язків працівників та затверджуються наказом.

Перевірка знань з питань ОП після проведення спеціального навчання проводиться комісією підприємства. У разі неможливості створити комісію з перевірки знань з питань ОП на підприємстві перевірка знань проводиться комісією спорідненого підприємства чи територіального правління спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади з нагляду за ОП.

Особи, яких приймають на роботу, пов'язану з підвищеною пожежною небезпекою, повинні завчасно пройти спеціальне навчання (пожежно-технічний мінімум). Працівники, зайняті на роботах з підвищеною пожежною небезпекою, один раз на рік проходять перевірку знань відповідних нормативних актів з пожежної безпеки, а посадові особи до початку виконання своїх обов'язків та періодично (один раз на три роки) проходять навчання та перевірку знань з питань пожежної безпеки.

Згідно з п. 3.14 Типового положення № 15 результат перевірки знань з питань ОП щодо робіт з підвищеною небезпекою, а також там, де є потреба у професійному доборі, до виконання яких допускається працівник, оформляється протоколом засідання комісії з перевірки знань з питань ОП (додаток 1 до Типового положення № 15).

Працівникам, які виконують роботи підвищеної небезпеки, у тому числі тим, які проходять навчання та перевірку знань з питань ОП на своєму підприємстві, обов'язково видається посвідчення про перевірку знань з питань ОП за формою, наведеною в додатку 2 до Типового положення № 15 (пп. 3.14 — 3.15 Типового положення № 15).

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі бакалавра у загально-технічній та технологічній частинах проведено розгляд технічних вимог деталі “Цапфа” БМД 55.603, її матеріалу та службового призначення. Також проведено аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі із підприємства. Тип виробництва, що встановлений на основі розрахунків є масовим. Раціональний метод отримання заготовки – штамповка на кривошипному гарячостампувальному пресі. Розробили вдосконалений технологічний процес виготовлення цапфи. При зміні типу виробництва із серійного на масовий проведено заміну обладнання і оснащення. Проведено заміну токарно-гвинторізних верстатів 16К20 на багаторізцеві гідрокопіювальні напівавтомати 1712, обробка торців і центрувальних отворів виконується на фрезерно-центрувальних напівавтоматах. Також проведені розрахунки міжопераційних та проміжних припусків, режимів різання на норм часу.

Після проведення змін у базовому технологічному процесі одержано зменшення штучно часу обробки деталі, як наслідок використання багатоінструментальних наладок, впровадження в технологічний процес раціонального методу отримання заготовки – штамповки на кривошипному гарячостампувальному пресі, а також застосування фрезерно-центрувальних напівавтоматів та круглошліфувальних напівавтоматів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кухарський О. М., Кушак І. В. Методичний посібник до курсового проекту по курсу “Технологія машинобудування”. Тернопіль, 2001. 58 с.
2. Классификатор ЕСКД. Иллюстрированный определитель деталей. Классы 71,72,73,74,75,76 (в отдельных книгах). М.: Издательство стандартов, 1986. 235 с.
3. Орлова П. Н., Скороходова Е. А. Краткий справочник металлиста. М.: Машиностроение, 1986. 456 с.
4. Боженко Л. І. Технологія виробництва заготовок у машинобудуванні. Київ: НМК ВО, 1990. 264 с.
5. Дьячков В. Б. Специальные металлорежущие станки общемашиностроительного применения: справочник. М.: Машиностроение, 1983. 328 с.
6. Косилова А. Г., Мещеряков Р. К. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. М. : Машиностроение, 1985. Т. 2. 496 с.
7. Кухарський, О. М., Кузьмін М. І. Визначення припусків табличним методом. Тернопіль : Видавництво ТДТУ, 2004. 135 с.
8. Паливода Ю. Є., Кухарський О. М. Визначення припусків розрахунково-аналітичним методом, Тернопіль, 2003. 81 с.
9. Косилова А.Г., Мещеряков Р. К. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. М. : Машиностроение, 1985. Т. 1. 1986. 656 с.
10. Барановский Ю. В. Режимы резания металлов. М.: Машиностроение, 1972. 258 с.
11. Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г., Капаціла Ю. Б., Гевко Ів. Б. Технологія оброблення корпусних деталей : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 156 с.
12. Горбачевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Минск: Вышэйшая школа, 1975. 288 с.
13. Итин А. М., Родичев Ю. Я. Наладка и эксплуатация токарных многошпиндельных полуавтоматов. М. : Машиностроение, 1977. 136 с.
14. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1966. 650 с.
15. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков. Спра-

вочник. М.: Машиностроение, 1965. 461 с.

16. Кухарський О. М. Методичні вказівки на тему “Проектування калібра-пробки, калібра-скоби” для виконання конструкторської частини дипломного проекту. Тернопіль, 2005.

17. Жидецький В. Ц., Джигирей В. Ц., Мельников О. В. Основи охорони праці : навчальний посібник. Львів: Афіша, 2000. 350 с.

18. Жидецький В. Ц. Практикум із охорони праці : навчальний посібник. Львів: Афіша, 2000. 349 с.

19. Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г., Капаціла Ю. Б. Технологія оброблення валів : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 198 с.

20. Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. Інструментальні матеріали, режими різання і технічне нормування механічної обробки : навчальний посібник. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. 240 с.

21. Дячун А.Є., Капаціла Ю.Б., Паливода Ю.Є., Ткаченко І.Г. Методичний посібник з виконання курсового проекту з дисципліни «Технологія обробки типових деталей та складання машин». Тернопіль: ТНТУ, 2016. 75с.

22. Дичковський М. Г. Технологічна оснастка. Проектно-конструкторські розрахунки пристосувань: навч. посіб. Тернопіль : ТДТУ, 2001. 277с.

23. Паливода Ю.Є, Дячун А.Є. Технологія виготовлення деталей класу «Порожністі циліндри» (втулки) : методичні вказівки до практичних занять та виконання індивідуальних завдань з дисциплін «Технологія обробки типових деталей та складання машин» та «Технологія машинобудування» Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. 56с.