

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний

(повне найменування факультету)

Технологія машинобудування

(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

перший (бакалаврський)

(ступінь вищої освіти)

на тему Розроблення технологічного процесу виготовлення

(назва теми)

трансмісійного вала

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи M-112

Спеціальності 131 «Прикладна механіка»

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

«Технології машинобудування»

ДУБИНА М.М.

(ПРІЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник ВИШНЕПОЛЬСЬКИЙ Є.В.

(ПРІЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент МАТЮХІН А.Ю.

(ПРІЗВИЩЕ та ініціали)

2026 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет Машинобудівний
Кафедра Технологія машинобудування
Ступінь вищої освіти перший (бакалаврський)
Спеціальність 131 «Прикладна механіка»
(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) «Технології машинобудування»
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ДЯДЯ С.І.

«_____» _____ 20__ року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

ДУБІНІ Максиму Миколайовичу

1. Тема проєкту (роботи) «Розроблення технологічного процесу виготовлення
трансмісійного вала

керівник проєкту (роботи) к.т.н., доцент, ВИШНЕПОЛЬСЬКИЙ Євген Валерійович,
(науковий ступінь, вчене звання, ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 12 » травня 2026 року № 233

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 02.06.2026 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) креслення деталі «Вал»,

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) аналіз деталі на технологічність, проєктування заготовки, розробка маршруту виготовлення деталі, розрахунок припусків та міжопераційних розмірів та розмірів заготовки, розрахунок режимів різання та нормування, проєктування робочого пристосування, розробка контрольного пристосування, розрахунок економічної ефективності пристосування, розробка технологічних карт

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількість слайдів, плакатів)

креслення деталі «Вал», креслення заготовки, плакат 3D-моделі деталі та заготовок, маршрут виготовлення деталі, плакат послідовності підготовки КП, креслення робочого пристосування, плакат дослідження деталі на міцність

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	ПРІЗВИЩЕ, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1, 2, 3, 5	ВИШНЕПОЛЬСЬКИЙ Є.В., доцент		
4	ПУХАЛЬСЬКА Г.В., доцент		
Нормоконтроль	ДЯДЯ С.І., зав.кафедри		

7. Дата видачі завдання « 18 » 05 2026 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Опис конструкції і службового призначення деталі, вибір типу виробництва і форми організації робіт. Вибір виду і способу отримання заготовки з економічним обґрунтуванням. Проєктування технологічного маршруту виготовлення деталі.	18.05-24.05	
2	Розрахунок припусків і технологічних розмірів. Розрахунок режимів різання. Технічне нормування операцій, розробка керуючої програми на операцію з ЧПК.	25.05-31.05	
3	Проєктування робочого пристосування. Проєктування контрольного пристосування.	01.06-07.06	
4	Розробка планування ділянки. Оцінка очікуваної економічної ефективності. Охорона праці.	08.06-11.06	
5	Розробка технологічних карт	11.06-14.06	
6	Оформлення ПЗ, креслень	14.06-18.06	

Студент(ка)

(підпис) Максим ДУБИНА
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)

(підпис) Євген ВИШНЕПОЛЬСЬКИЙ
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 108 с., 9 табл., 29 рис., 3 дод., 18 джерел.

ВАЛ, ВЕРСТАТ, ЗАГОТОВКА, ІНСТРУМЕНТ, МАРШРУТ ОБРОБКИ, НОРМУВАННЯ, ОПЕРАЦІЯ, ПРИСТОСУВАННЯ, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, КОЕФІЦІЄНТ ЗАВНТАЖЕННЯ, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.

Об'єкт дослідження – фланець.

Мета роботи – проектування технологічного процесу виготовлення трансмісійного вала.

В дипломному проєкті спроектовано технологічний процес виготовлення трансмісійного вала. Визначено метод отримання заготовки та економічно обгрунтовано. Виконано розрахунок технологічних переходів на основі якого був розроблений маршрут обробки трансмісійного вала. Розраховані режими різання, норми часу, розроблено операцію з ЧПК.

У конструкторській частині було спроектовано робоче та контрольне пристосування, досліджено міцносні характеристики деталі.

У організаційній частині виконано розрахунок кількості технологічного обладнання та робітників на дільниці, передбачені заходи щодо безпечної роботи персоналу.

.

ЗМІСТ

Скорочення та умовні позначки	7
Вступ	8
1 Технологічна частина	9
1.1 Опис конструкції і службового призначення деталі	9
1.2 Вибір типу виробництва і форми організації робіт	11
1.3 Вибір виду і способу отримання заготовки з економічним обґрунтуванням	12
1.4 Проектування технологічного маршруту виготовлення деталі	16
1.4.1 Вибір технологічних баз	16
1.4.2 Проектування маршруту обробки поверхонь	17
1.4.3 Маршрут виготовлення деталі	23
1.5 Розрахунок припусків і технологічних розмірів	24
1.5.1 Розрахунок припусків і технологічних розмірів аналітичним методом	24
1.5.2 Розрахунок припусків і технологічних розмірів табличним методом	27
1.6 Розрахунок режимів різання	34
1.6.1 Операція 015 - Токарна	34
1.6.2 Операція 040 – Вертикально-свердлильна з ЧПК	38
1.6.3 Операція 065 – Фрезерна з ЧПК	41
1.7 Технічне нормування операцій	44
1.7.1 Операція 015 - Токарна	44
1.7.2 Операція 040 – Вертикально-свердлильна з ЧПК	46
1.7.3 Операція 065 – Фрезерна з ЧПК	47
1.8 Розробка керуючої програми на операцію з ЧПК	49
2 Конструкторська частина	55
2.1 Проектування робочого пристосування	55

2.1.1 Конструкція і принцип роботи пристосування	57
2.1.2 Визначення похибки базування та закріплення. Розрахунок пристосування на точність	58
2.1.3 Визначення необхідної сили затиску. Вибір приводу	61
2.2 Проектування і принцип роботи контрольного пристосування	63
2.3 Розрахунок на міцність	65
3 Організаційна частина	68
3.1 Розробка необхідної кількості технологічного обладнання	68
3.2 Визначення чисельності основних виробничих робітників	70
4 Економічна ефективність пристроїв	74
5 Охорона праці	78
Висновки	86
Перелік джерел посилання	87
Додаток А. Специфікація робочого пристосування	89
Додаток Б. Керуюча програма	92
Додаток В. Технологічні карти	95

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

КГШП – кривошипний гарячештамповочний прес

ЄСКД - єдина система конструкторської документації

ЄСТД - єдина система технологічної документації

МЦХ - масово-центрувальні характеристики

МОП – маршрут обробки поверхонь

МВД – маршрут виготовлення деталі

КП - керуюча програма

ПЗ - пояснювальна записка

ПК – персональний комп'ютер

РТК КП - розрахунково-технологічна карта керуючої програми

ТП - технологічний процес

ЧПК - числове програмне керування

ВСТУП

При переході машинобудівного виробництва до ринкової економіки перед ним виникає безліч різних завдань, які потребують негайного і правильного вирішення.

Всезростаюча конкуренція на ринку продукції вимагає від виробника виготовити виріб у мінімальні терміни, високої якості та порівняно невеликою собівартістю. При цьому вартість виробу значною мірою залежить від використання прогресивних технологічних процесів випуску продукції та застосування високопродуктивного технологічного обладнання, а також скорочення тривалості виробничого циклу виготовлення деталей та всього виробу.

Для здійснення останнього не виключається застосування механізованого та автоматизованого обладнання та спеціальних пристроїв, а також використання оптимальних варіантів організації виробничого процесу.

Виникає необхідність скорочення тривалості циклу конструкторської та технологічної підготовки виробництва з допомогою використання нових засобів автоматизації, зокрема застосування персональних комп'ютерів (ПК) з роботою у системах AUTOCAD, NX, SolidWorks, ANSYS, тощо.

Метою дипломного проекту є розробка технологічного процесу виготовлення деталі «Вал» та проектування механічного цеху, а також вирішення комплексу завдань, пов'язаних із проектуванням технологічного процесу з економічним обґрунтуванням прийнятих рішень; розробка та оформлення технологічної документації на спроектований технологічний процес.

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис конструкції і службового призначення деталі

Деталь «Вал» (рис.1.1) входить у вузол коробки приводів авіаційного двигуна і призначена для передачі крутного моменту.

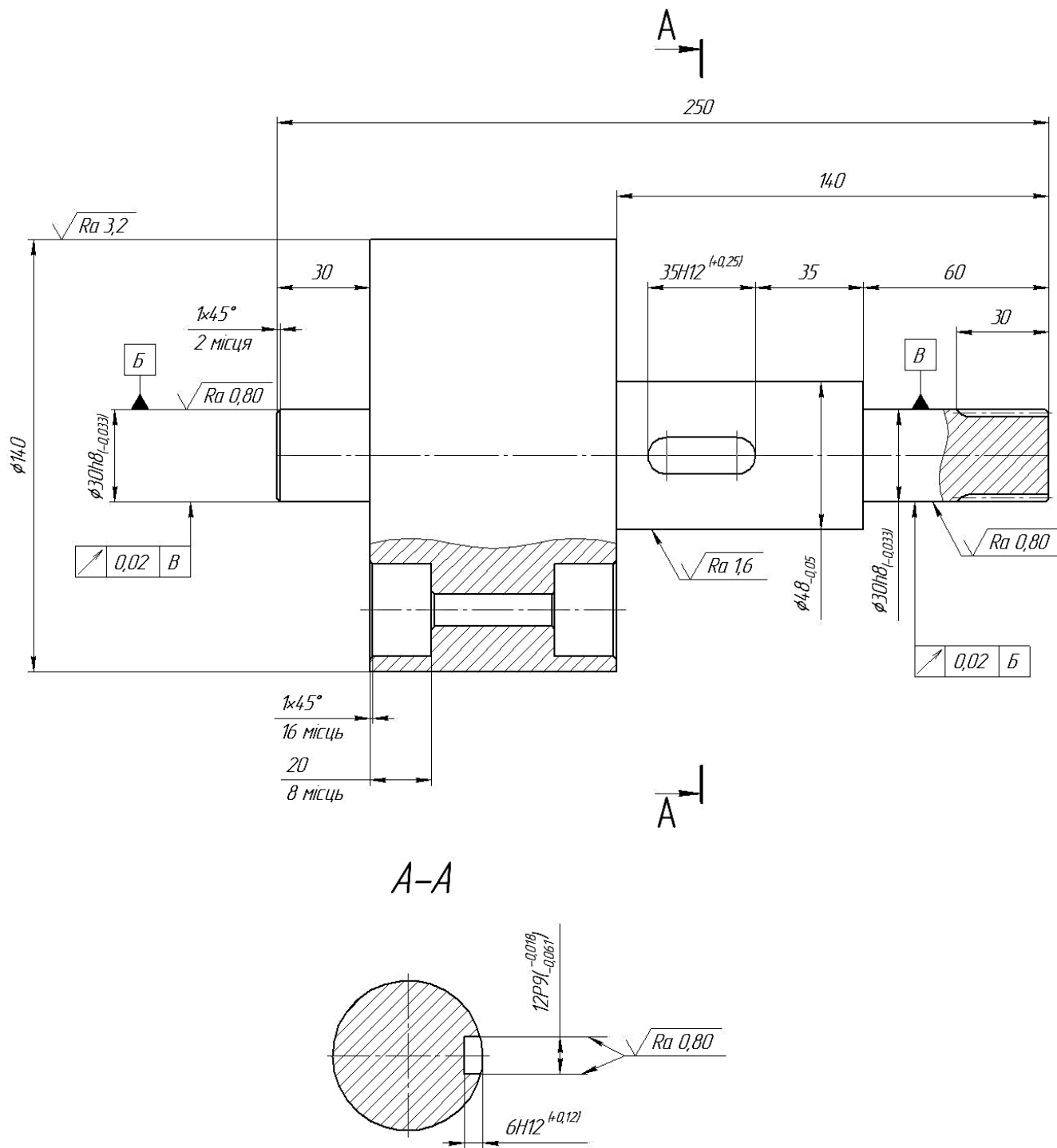


Рисунок 1.1 – Ескіз деталі «Вал»

Деталь «Вал» відноситься до валів, де навантаження передається по шліцям. Деталь працює під навантаженням 700–800 Н (70...80 кгс) на 1 мм довжини зуба. Вони повинні бути легкими і надійними, тому їх виробляють з достатнім коефіцієнтом запасу міцності. Робоча температура деталі «Вал» та її подібних: від $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Деталь «Вал» має ступінчасту форму. Загальна шорсткість деталі складає 6,3 мкм. Отвори $\varnothing 30$ та $\varnothing 10,2$ призначені для фіксування вала у вузлі за допомогою болтів.

Шпонковий паз 35x12x6 виконується для закріплення на валу зубчастого колеса за допомогою шпонки. Поверхня $\varnothing 48_{-0,05}$, по якій встановлюється зубчасте колесо, виконується з шорсткістю 1,6 мкм.

Поверхні $\varnothing 30h8_{-0,033}$ виконуються з шорсткістю 0,8 мкм та призначені для встановлення підшипників коробки приводів.

Характерною особливістю деталі є наявність шліців 27,5x1,25x9H/9g з 22 зубцями.

Деталь «Вал» виготовляється з конструкційної вуглецевої якісної сталі сталь 45 ДСТУ 7809:2015. Хімічний склад матеріалу показан у таблиці 1.1, механічні властивості - у таблиці 1.2 [1]

Таблиця 1.1 - Хімічний склад сталі 45 ДСТУ 7809:2015

Вуглець, C	Марганець, Mn	Кремній, Si	Сірка, S	Фосфор, P	Мідь, Cu	Хром, Cr	Нікель, Ni
			не більше, %				
0,42 – 0,50	0,50 – 0,80	0,17 – 0,37	до 0,035	до 0,035	до 0,25	до 0,25	до 0,25

Таблиця 1.2 - Механічні властивості сталі 45 ДСТУ 7809:2015

Межа плинності σ_T , МПа	Часовий опір σ_B МПа	Відносне подовження δ_5 , %	Відносне звуження ψ , %	Ударна в'язкість КСУ, Дж/см ²
355	600	16	40	59

Деталь у процесі виготовлення піддається термообробці – гарту та відпускання.

Гарт стали – це процес, при якому відбувається нагрів металу до температур зміни його кристалічної решітки з подальшим її різким охолодженням. В результаті проходження сплавом процесу гартування він набуває властивість мартенситу і стає твердіше. Завдяки зміні внутрішньої структури металу деталі з нього придбавають додаткову твердість і міцність. При різких механічних діях металеві структури стають крихкими із-за виниклої напруги в їх кристалічній решітці, [2].

Поверхня виробу покривається окалиною, що враховується при подальшій обробці. Також відзначається зниження пластичності й в'язкості, [2].

Для компенсації виниклих недоліків застосовують спосіб відпускання. Відпускання, на відміну від гартування, є вторинним процесом і нагрів деталі при ньому досягає до 150-500 градусів за Цельсієм з подальшим повільним охолодженням. Такий процес допомагає понизити міру напруженості кристалічної решітки та, як наслідок, зменшити її крихкість, [2].

1.2 Вибір типу виробництва і форми організації робіт

Тип виробництва визначається за ознаками широти номенклатури, регулярності, стабільності та обсягу випуску виробів.

Виробництво умовно ділять на одиничне, серійне та масове. У кожного з цих видів виробничий та технологічний процеси мають свої характерні особливості, і кожному з них властива певна форма організації роботи.

Форма організації виробництва характеризується рівнем спеціалізації робочих місць та принципом розташування обладнання.

Попередньо тип виробництва визначаємо за таблицею 2.2 методичних вказівок [4, с.22], виходячи з річної програми випуску $N = 500$ шт. та маси оброблюваної на проєктованій ділянці деталі $m = 10,2$ кг як серійне виробництво.

Кількість заготовок у партії для одночасного запуску визначається за формулою (1.1).

Кількість деталей n , шт., в партії можна визначити за формулою:

$$n = \frac{a \cdot N}{\Phi}, \quad (1.1)$$

де a – періодичність запуску (2 рази на тиждень);

Φ – кількість робочих днів на рік (254 днів на 2026 рік).

$$n = \frac{2 \cdot 500}{254} \approx 4 \text{ шт.}$$

Форми організації технологічних процесів відповідно до ГОСТ 14.312-74 залежить від виконання операцій ТП, розташування технологічного обладнання, кількості виробів.

Для обробки цієї деталі вибираємо серійно-потоківу форму організації ТП. За такої форми організації виробництва деталі надходять на ділянку партіями, та їх обробка здійснюється поточним методом. Після закінчення обробки однієї партії заготовок обладнання робочих місць ділянки відповідно переналагоджується і на ділянку надходить партія інших заготовок, що мають подібний технологічний процес.

1.3 Вибір виду і способу отримання заготовки з економічним обґрунтуванням

При виборі методу отримання заготовки призначають метод її отримання, визначають конфігурацію, розміри, допуски, припуски на обробку і формують технічні умови виготовлення, [5].

Головним при виборі заготовки є забезпечення заданої якості готової деталі за її мінімальної собівартості. Собівартість деталі визначається підсумовуванням собівартості заготівлі з калькуляції заготівельного цеху та собівартості її подальшої обробки до досягнення заданих вимог якості за кресленням, [5].

При виготовленні первинних заготовок деталей машин необхідно постійно прагнути зниження трудомісткості їх обробки (обсягу механічної обробки) і

витрати матеріалу. Заготовки повинні мати стабільну точність при обробці і мати технологічні бази, [5].

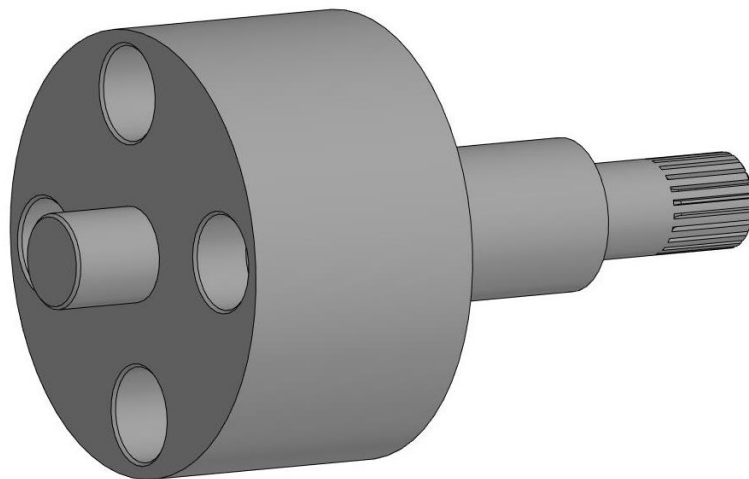
Заготовки деталей машин отримують різними технологічними методами: литтям, куванням, гарячим об'ємним штампуванням, холодним висадженням з прокату, формоутворенням з порошкових матеріалів, виготовленням з прокату і т.д. Різні методи отримання заготовок можуть забезпечувати однакову точність і шорсткість поверхонь, але, при цьому, економічність цих методів, за однакової програми випуску, може бути різною, [5].

Порівнюємо способи отримання заготовки - на молотах та КГШП.

Встановлюємо припуски на механічну обробку за [4, стр.12, табл. 1.3]. Для заготовки на молотах (рис.1.4) 2 кл. точності приймаємо для розмірів > 50 мм $Z = 2,7$ мм; для розмірів $50 - 120$ мм $Z = 2,8$ мм; $120 - 260$ мм - $Z = 3,1$ мм.

Для заготовки на КГШП (рис.1.5) 1 кл. точності приймаємо для розмірів > 50 мм $Z = 2,0$ мм; для розмірів $50 - 120$ мм $Z = 2,1$ мм; $120 - 260$ мм $Z = 2,2$ мм.

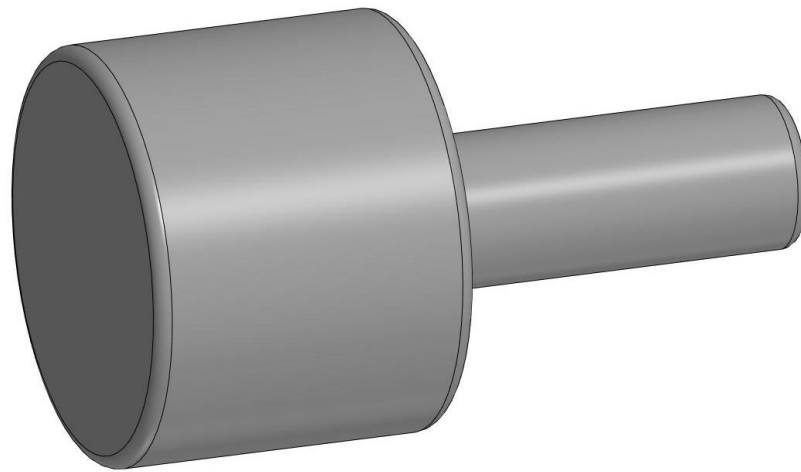
Вагу деталі, а також ваги заготівок визначаємо за допомогою об'ємного моделювання у програмі NX. Згідно розрахункам вага деталі складає $q = 10,2$ кг (рис. 1.3).



$M = 10222.441160$ г

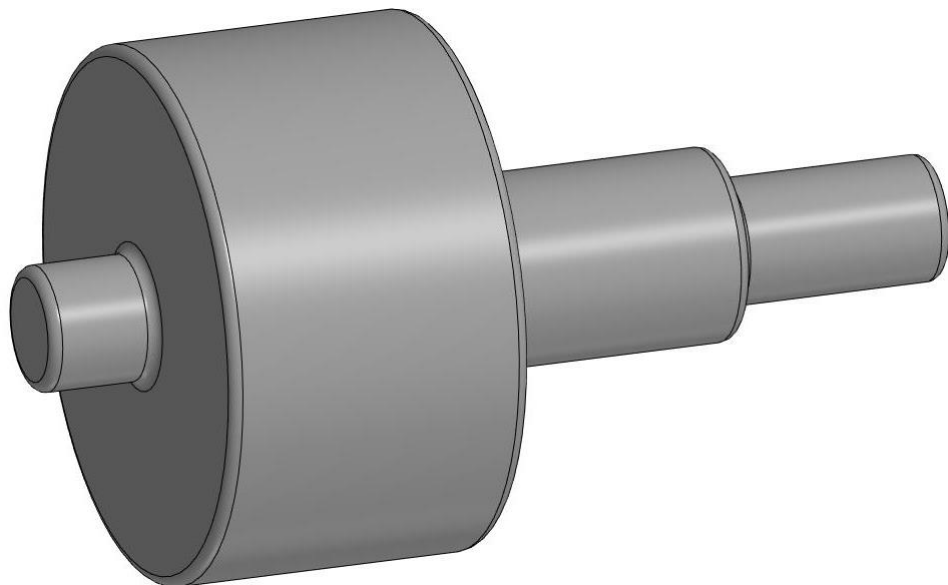
Рисунок 1.3 – Результат розрахунку МЦХ готової деталі

Вага заготовки з врахуванням припусків складає: на молотах $Q_1 = 17,65$ кг, на КГШП - $Q_2 = 12,7$ кг.



$$M = 17646.451848 \text{ г}$$

Рисунок 1.4 – Результат розрахунку МЦХ заготовки на молотах



$$M = 12696.564704 \text{ г}$$

Рисунок 1.5 – Результат розрахунку МЦХ заготовки на КГШП

Вартість однієї заготовки B , грн., розраховується по формулі:

$$B = \frac{B_6}{1000} \cdot Q \cdot K_T \cdot K_M \cdot K_B \cdot K_3 \cdot K_{\Pi} - (Q - q) \cdot \frac{B_{\text{отх.}}}{1000}, \quad (1.2)$$

де B_6 – базова вартість виготовлення однієї заготовки [4];

$K_T, K_M, K_B, K_3, K_{\Pi}$ – коефіцієнти, що враховують відповідно матеріал, клас точності, групу складності, масу заготовки, програму випуску, [4];

$B_{\text{отх.}}$ – вартість 1т. стружки, грн. [4].

$$B_1 = \frac{3500}{1000} \cdot 17,65 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1,0 - (17,65 - 10,2) \cdot \frac{140}{1000} = 48,38 \text{ грн.}$$

$$B_2 = \frac{3500}{1000} \cdot 12,7 \cdot 1,05 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1,0 - (12,7 - 10,2) \cdot \frac{140}{1000} = 37,0 \text{ грн.}$$

$$B_1 > B_2$$

Коефіцієнт використання матеріалу η , розраховується по формулі:

$$\eta = q/Q \quad (1.3)$$

$$\eta_1 = 10,2/17,65 = 0,58$$

$$\eta_2 = 10,2/12,7 = 0,80$$

$$\eta_1 < \eta_2$$

Отримані дані зводимо до таблиці 1.3.

Так як $B_1 > B_2$, а $\eta_1 < \eta_2$, то обираємо спосіб виготовлення заготовки – штампування на КГШП.

Таблиця 1.3 – Порівняльні показники за варіантами

Показники	Позначення	Вимірювання	Варіанти заготовки	
			молот	КГШП
Припуск на сторону	z	мм	2,7; 2,8; 3,1;	2,0; 2,1; 2,2
Вага заготовки	Q	кг	17,65	12,7
Базова вартість 1т. заготовки	B_6	грн	3500	3500
Коефіцієнти	K_T	-	1,0	1,05
	K_M	-	1,0	
	K_B	-	0,8	
	K_n	-	1,0	
	K_3	-	1,0	
Вартість 1т. стружки	$B_{отх}$	грн/тонну	140	
Вартість 1 заготовки	B	грн	48,38	37,0
Коеф. використання матеріалу	η	-	0,58	0,80

Розраховуємо річні заощадження E_B , грн., за вартістю виготовлення заготовок за формулою:

$$E_B = (B_1 - B_2) \cdot N \quad (1.4)$$

$$E_B = (48,38 - 37) \cdot 500 = 5690 \text{ грн.}$$

Визначаємо річне заощадження матеріалу M , кг, за формулою:

$$M_2 = \frac{q(\eta_2 - \eta_1)}{\eta_1 \cdot \eta_2} \cdot N \quad (1.5)$$

$$M_2 = \frac{10,2 \cdot (0,8 - 0,58)}{0,8 \cdot 0,58} \cdot 500 = 2418,1 \text{ кг}$$

Отже, остаточно приймаємо спосіб отримання заготівки – штампування на КГШП.

1.4 Проектування технологічного маршруту виготовлення деталі

1.4.1 Вибір технологічних баз

Найважливішою умовою для отримання заданої точності та високої продуктивності є правильний вибір баз та схем базування. При виборі та призначенні технологічних баз необхідно дотримуватися таких основних правил:

- поверхня, прийнята як технологічна база, повинна бути одночасно конструкторською (основний чи допоміжної) базою так і технологічною. Тобто, технологічна база має збігатися з конструкторською (правило поєднання баз). Конструкторською називається база, що використовується для визначення положення деталі у виробі;
- для визначення точності взаємне розташування поверхонь деталі, що підлягають обробці в різних операціях технологічного процесу, бажано зберігати в них сталість технологічної бази. Це називається правилом сталості баз;

- в якості технологічної бази застосовувати по можливості найбільш протяжні та найбільш точно і чисто оброблені поверхні;
- необроблені поверхні застосовувати як технологічні (чорнові) бази тільки для перших операцій технологічного процесу;
- при використанні чорнових баз не допускати на їх поверхнях наявність випорів, облою та ін..

За чорнові бази (рис. 1.6) приймаємо необроблену циліндричну поверхню 4 з упором у торець 1 на першій механічній операції.

На чистових токарних операціях базовими поверхнями є зовнішня циліндрична поверхня 4 та торці 1 та 9, а також центрувальні отвори, які також застосовуються у якості баз на шліфувальних операціях.

На свердлильній та фрезерній операціях базовими поверхнями є торці 3 та 5 з центруванням по поверхні 4.

1.4.2 Проектування маршруту обробки поверхонь

Маршрут обробки поверхонь (МОП) – це певна послідовність технологічних операцій обробки поверхні заготовки, необхідних досягнення заданих параметрів якості та точності.

Поняття уточнення заготовки при механічній обробці виникло у зв'язку з тим, що поверхню заготовки обробляють кілька разів, тобто. поверхню заготовки при механічній обробці уточнюють до вимог креслення.

Уточнення – це відношення значень показників якості заготовки до показників якості поверхні деталі.

Ескіз деталі з розміткою поверхонь показаний рис. 1.6.

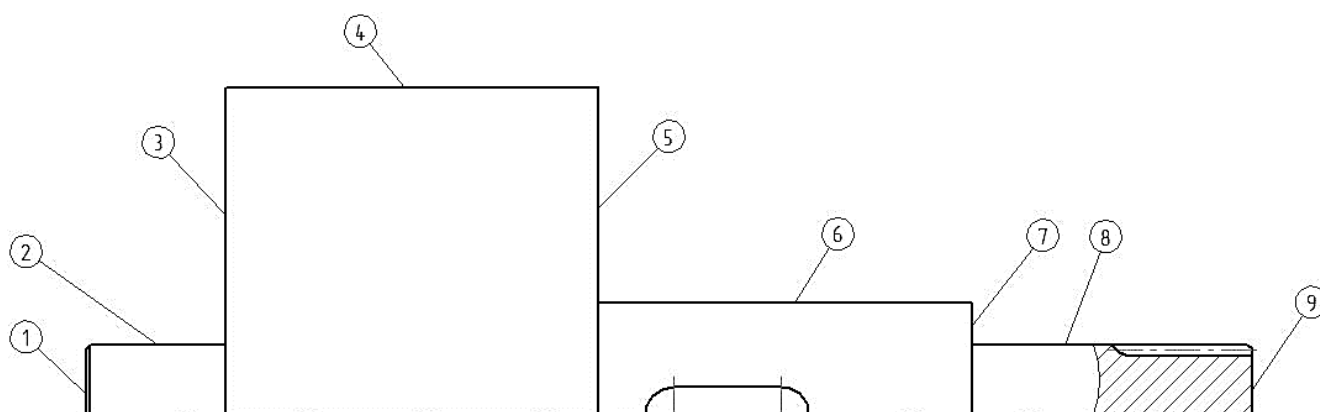


Рисунок 1.6 – Ескіз деталі з технологічною розміткою поверхонь

Показники точності та якості основних поверхонь заносимо до таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Показники точності геометричних розмірів та якості основних поверхонь обробки

Номер поверхні та її основний геометричний розмір	Характер поверхні		Показники точності, взаємного розташування та якості поверхні			
	Вид	Тип	Квалітети точності розміру		Шорсткість, Ra, мкм	
			деталь	заготовка	деталь	заготовка
№1, 9 250	торцева	зовнішня	h14	~IT16	6,3	40
№2, 8 Ø30h8-0,033	циліндрична	зовнішня	h8	~IT16	0,8	40
№3 30	торцева	зовнішня	±IT14/2	~IT16	6,3	40
№4 Ø140	циліндрична	зовнішня	h14	~IT16	3,2	40
№5 140	торцева	зовнішня	±IT14/2	~IT16	6,3	40
№6 Ø48-0,05	циліндрична	зовнішня	≈h8	~IT16	1,6	40
№7 60	торцева	зовнішня	±IT14/2	~IT16	6,3	40

Далі для кожної поверхні розраховуємо загальні уточнення щодо кожного показника точності і найбільшого значення розраховуємо кількість переходів, необхідні досягнення заданого кресленням якості поверхні.

Для поверхні №2 з'ясовуємо технічні вимоги на оброблювану поверхню:

$$Td_d = 0,033 \text{ мм} \quad Ra_d = 0,8 \text{ мкм.}$$

Встановлюємо допуски Td_3 та Ra_3 для поверхні вихідної заготовки:

$$es_{d3} = +1,7; \quad ei_{d3} = -0,8; \quad Td_3 = 2,5 \text{ мм} \quad Ra_3 = 40 \text{ мкм.}$$

Розраховуємо потрібні уточнення ε_i , за формулою:

$$\varepsilon_i = \frac{Td_{3i}}{Td_{di}}, \quad (1.6)$$

де Td_{3i} – допуск на i -й параметр вихідної заготовки;

Td_{di} – допуск по кресленню для i -го параметра готової деталі.

$$\varepsilon_{Td} = \frac{2500}{33} = 75,76,$$

$$\varepsilon_{Ra} = \frac{40}{0,8} = 50$$

За найбільшим значенням ε розрахуємо кількість переходів механічної обробки k : $k = 2lg75,76 = 3,8$, приймаємо $k = 4$.

Визначаємо ступені показників точності та якості, які будуть забезпечуватись на кожному технологічному переході, орієнтуючись на визначену кількість k усіх переходів:

$$IT16 \rightarrow h14 \rightarrow h12 \rightarrow h10 \rightarrow h8$$

$$Ra50 \rightarrow Ra6,3 \rightarrow Ra3,2 \rightarrow Ra1,6 \rightarrow Ra0,8$$

Призначаємо технологічні переходи для обробки поверхонь, дотримуючись визначених квалітетів точності та показників шорсткості.

Перехід 1 – точіння чорнове $h14$, $Td=0,52$ мм, Ra 6,3:

$$\varepsilon_{Td1} = \frac{2500}{520} = 4,81,$$

$$\varepsilon_{Ra1} = \frac{40}{6,3} = 6,35$$

Перехід 2 – точіння напівчистове h12, Td=0,21 мм, Ra 3,2:

$$\varepsilon_{Td2} = \frac{520}{210} = 2,48,$$

$$\varepsilon_{Ra2} = \frac{6,3}{3,2} = 1,97$$

Перехід 3 – точіння чистове h10, Td=0,084 мм, Ra 1,6:

$$\varepsilon_{Td3} = \frac{210}{84} = 2,5,$$

$$\varepsilon_{Ra3} = \frac{3,2}{1,6} = 2$$

Перехід 4 – шліфування h8, Td=0,033 мм, Ra 0,8:

$$\varepsilon_{Td4} = \frac{84}{33} = 2,55,$$

$$\varepsilon_{Ra4} = \frac{1,6}{0,8} = 2$$

$$\prod_{j=1}^3 \varepsilon_d = 4,81 \cdot 2,48 \cdot 2,5 \cdot 2,55 = 76,1,$$

$$\prod_{j=1}^3 \varepsilon_{Ra} = 6,35 \cdot 1,97 \cdot 2 \cdot 2 = 50,04.$$

Отримані значення заносимо до таблиці 1.5. Для інших поверхонь виконуємо розрахунки аналогічно поверхні №2 та заносимо до таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – План обробки поверхонь

Характер та показник точності та якості поверхонь	Показник j	Уточнення ε	Кіл. переходів		Різниця показників та ППТЯ	МОП		Допуск		Уточнення	
			Розрахункове	Прийняте		i	Метод обробки	Розмір	Шорсткість	Розмір	Шорсткість
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
№1, 9 торцева 250h14- _{1,15} Ra6,3 Заг. IT16 Ra40	d	2,78			IT16 → h15 → h14 Ra50→ Ra12,5→ Ra6,3	1	Заготовка	3200	40	-	-
	Ra	6,35	1,61	2		2	Точіння чорнове	1850	12,5	1,73	3,2
						3	Точіння чистове	1150	6,3	1,61	1,98
						Загальне уточнення				2,78	6,35
№2, 8 циліндрична Ø30h8- _{0,033} Ra0,8 Заг. IT16 Ra40	d	75,76	3,8	4	IT16 → h14 → h12→ h10 → h8 Ra50 → Ra6,3 → Ra3,2 → Ra1,6 → Ra0,8	1	Заготовка	2500	40	-	-
	Ra	50				2	Точіння чорнове	520	6,3	4,81	6,35
						3	Точіння напівчистове	210	3,2	2,48	1,97
						4	Точіння чистове	84	1,6	2,5	2
						5	Шліфування	33	0,8	2,55	2
						Загальне уточнення				76,1	50,04
№7 торцева 60±0,37 Ra6,3 Заг.IT16 Ra40	d	3,78			IT16 → ±IT15/2 → ±IT14/2 Ra50→ Ra12,5→ Ra6,3	1	Заготовка	2800	40	-	-
	Ra	6,35	1,6	2		2	Точіння чорнове	1200	12,5	2,33	3,2
						3	Точіння чистове	740	6,3	1,62	1,98
						Загальне уточнення				3,77	6,35

Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
№3 торцева 30±0,31 Ra6,3 Заг.IT16 Ra40	d	4,03			IT16 → ±IT15/2 → ±IT14/2 Ra50→ Ra12,5→ Ra6,3	1	Заготовка	2500	40	-	-
	Ra	6,35	1,6	2		2	Точіння чорнове	1000	12,5	2,5	3,2
						3	Точіння чистове	620	6,3	1,61	1,98
						Загальне уточнення				4,03	6,35
№4 циліндрична Ø140h14-1,0 Ra3,2 Заг.IT16 Ra40	d	3			IT16 → h15 → h14 Ra50→ Ra6,3→ Ra3,2	1	Заготовка	3000	40	-	-
	Ra	12,5	2,2	2		2	Точіння чорнове	1600	6,3	1,88	6,35
						3	Точіння чистове	1000	3,2	1,6	1,97
						Загальне уточнення				3,0	12,5
№5 торцева 140±0,5 Ra6,3 Заг.IT16 Ra40	d	3			IT16 → ±IT15/2 → ±IT14/2 Ra50→ Ra12,5→ Ra6,3	1	Заготовка	3000	40	-	-
	Ra	6,35	1,6	2		2	Точіння чорнове	1600	12,5	1,88	3,2
						3	Точіння чистове	1000	6,3	1,6	1,98
						Загальне уточнення				3	6,35
№6 циліндрична Ø48h8-0,05 Ra1,6 Заг.IT16 Ra40	d	50	3,4	3	IT16 → h13 → h10 → h8 Ra50 → Ra6,3 → Ra3,2 → Ra1,6	1	Заготовка	2500	40	-	-
	Ra	25				2	Точіння чорнове	390	6,3	6,41	6,35
						3	Точіння напівчистове	100	3,2	3,9	1,97
						4	Точіння чистове	50	1,6	2	2
						Загальне уточнення				50	25

1.4.3 Маршрут виготовлення деталі

Маршрут виготовлення деталі (МВД) – це загальний план, у якому на основі компоновання раніше розроблених МОП встановлено склад та послідовність операцій ТП, розроблено схеми установок, вказано тип і модель верстата, встановлено технологічні комплекси, наведено вхідні та вихідні характеристики оброблюваних поверхонь. Насамперед обробляють поверхні, які будуть технологічними базами при подальшій обробці заготовки.

Оскільки виробництво серійне, тому використовуване обладнання (верстати): універсальне, частково спеціалізоване та спеціальне, верстати з ЧПК; оснащення універсальне та спеціальне; різальний інструмент: універсальний та спеціальний; мірятьний інструмент: калібри та спеціальний.

Розробимо загальну (етапну) схему обробки. Вивчивши креслення деталі та технічні умови, а також прийнявши за основу раніше розроблений МОП, складаємо загальну етапну схему обробки заготовки:

На 1 етапі обробки виконується отримання заготовки, а саме штампування на кривошипних гарячештамповочних пресах, після чого необхідно зробити термічну обробку (нормалізацію) для зняття внутрішніх напружень після штампування.

Після отримання заготовки переходимо до обдирочних чорнових операцій, на яких знамається окалина від штампування та отримуються базові поверхні деталі.

Після чорнової обробки необхідно отримати твердість деталі згідно технічних вимогам, тому виконуємо термічну обробку (гарт, відпустка).

Наступним етапом обробки є напівчистова та чистова механічні обробки, підготовка чистових баз, нарізання шліців, та шліфування поверхонь, які мають високі вимоги до виготовлення.

Заключним етапом виконуємо контроль оброблених поверхонь та відправляємо деталь на хімічне оксидування.

Чистові операції виконуються на верстатах з ЧПК, так як такі верстати мають більш ширші можливості, високу точність обробки та можливість суміщати різні типи операцій за одну установку.

1.5 Розрахунок припусків і технологічних розмірів

1.5.1 Розрахунок припусків і технологічних розмірів аналітичним методом

Виконаємо розрахунок припусків та розмірів аналітичним методом для поверхні $\varnothing 140h14_{-1,0}$.

По [6, табл.23, стор.146] з урахуванням маси заготовки $Q = 12,7$ кг, матеріалу деталі - група сталі М1, ступінь складності штампування С2, габаритів поверхні для штамповки підвищеної точності визначаємо граничні відхилення заготовки:
 $Td_{\text{заг}} = \left(\begin{smallmatrix} +1,8 \\ -1,2 \end{smallmatrix} \right) = 3000 \text{ мкм.}$

Встановлюємо нормативні значення показників якості поверхонь переходів механічної обробки:

Перехід 1 - заготовка: по [7, табл.12, стор.186]: $R_z = 200 \text{ мкм}$; $h = 250 \text{ мкм}$;

Сумарні відхилення $\rho_{\text{заг}}$, мкм, розташування поверхонь:

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{см}}^2}, \quad (1.7)$$

де $\rho_{\text{кор}}$ – короблення поверхні, визначається по формулі (1.8):

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta_{\text{кор}} \cdot d, \quad (1.8)$$

де $\Delta_{\text{кор}}$ – кривизна заготовок, $\Delta_{\text{кор}} = 1,6 \text{ мкм/мм}$ [7, табл.16, стор.186];

$$\rho_{\text{кор}} = 1,6 \cdot 140 = 224 \text{ мкм.}$$

$\rho_{\text{см}}$ – короблення зміщення, $\rho_{\text{см}} = 600 \text{ мкм}$ [7, табл.18, стор.187];

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{224^2 + 600^2} = 640 \text{ мкм.}$$

Перехід 2 – термообробка (нормалізація): $\Delta_{\text{кор}} = 1,0 \text{ мкм/мм}$ [7, табл.16, стор.186];

$$\rho_2 = 1,0 \cdot 140 = 140 \text{ мкм.}$$

Перехід 3 - точіння чорнове: по [7, табл.25, стор.188]: $Rz = 100 \text{ мкм}$; $h = 100 \text{ мкм}$

$$\rho_3 = \rho_{\text{заг}} \cdot k, \quad (1.9)$$

де k - коефіцієнт уточнення [7, табл.29, стор.190];

$$\rho_3 = 640 \cdot 0,06 = 38 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_3 = 0,25\sqrt{TI_{\text{заг}}^2 + 1}, \quad (1.10)$$

де ε_3 — похибка встановлення деталі при закріпленні;

$$\varepsilon_3 = 0,25\sqrt{3^2 + 1} = 791 \text{ мкм.}$$

Перехід 4 – термообробка (гарт, відпустка): $\Delta_{\text{кор}} = 1,0 \text{ мкм/мм}$ [7, табл.16, стор.186];

$$\rho_4 = 1,0 \cdot 140 = 140 \text{ мкм.}$$

Перехід 5 – точіння чистове: $Rz = 25 \text{ мкм}$; $h = 25 \text{ мкм}$

$$\rho_5 = 140 \cdot 0,05 = 7 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_5 = 791 \cdot 0,05 = 40 \text{ мкм.}$$

Розраховуємо мінімальні значення припусків $2Z_{\min i}$, мм, за формулою:

$$2Z_{\min i} = 2 \left[Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right], \quad (1.11)$$

де Rz_{i-1} – висота мікронерівностей на попередньому переході;

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

ρ_{i-1} – сумарні відхилення розташування поверхонь на попередньому переході;

ε_i – похибка установки заготовки на переході.

$$2Z_{3 \min} = 2 \left[200 + 250 + \sqrt{140^2 + 791^2} \right] = 2507 \text{ мкм};$$

$$2Z_{5 \min} = 2 \left[100 + 100 + \sqrt{38^2 + 40^2} \right] = 510 \text{ мкм};$$

Розраховуємо технологічні розміри шляхом розмірних ланцюгів. Розглянута поверхня зовнішня, тому розрахункові розміри визначаємо як максимальні $d_{i \max}$, мм, за формулою:

$$d_{i \max} = d_{i+1 \max} + 2Z_{i+1 \min} + Td_i \quad (1.12)$$

$$d_{3 \max} = d_{5 \max} + 2Z_{5 \min} + Td_3 = 140 + 0,510 + 1,6 = 142,11 \text{ мм}$$

$$d_{\text{заг} \max} = d_{3 \max} + 2Z_{3 \min} + Td_{\text{заг}} = 142,11 + 2,507 + 3 = 147,617 \text{ мм}$$

$$\text{Приймаємо } d_{\text{заг} \max} = 147,6 \text{ мм}$$

Розраховуємо мінімальні розміри $d_{i \min}$, мм, за формулою:

$$d_{i \min} = d_{i \max} - Td_i \quad (1.13)$$

$$d_{\text{заг} \min} = d_{\text{заг} \max} - Td_{\text{заг}} = 147,6 - 3,0 = 144,6 \text{ мм}$$

$$d_{3 \min} = d_{3 \max} - Td_3 = 142,11 - 1,6 = 140,51 \text{ мм}$$

$$d_{5 \min} = d_{5 \max} - Td_5 = 140 - 1 = 139 \text{ мм}$$

Визначаємо граничні значення припусків для переходів механічної обробки.

Розраховуємо максимальні значення припусків $2Z_{i \max}$, мм, за формулою:

$$2Z_{i \max} = d_{i-1 \max} - d_{i \min} \quad (1.14)$$

$$2Z_{3 \max} = d_{\text{заг} \max} - d_{3 \min} = 147,6 - 140,51 = 7,09 \text{ мм}$$

$$2Z_{5 \max} = d_{3 \max} - d_{5 \min} = 142,11 - 139 = 3,11 \text{ мм}$$

Розраховуємо мінімальні значення припусків $2Z_{i \min}$, мм, за формулою:

$$2Z_{i \min} = d_{i-1 \min} - d_{i \max} \quad (1.15)$$

$$2Z_{3 \min} = d_{3 \text{ заг } \min} - d_{3 \max} = 144,6 - 142,11 = 2,49 \text{ мм}$$

$$2Z_{5 \min} = d_{5 \min} - d_{5 \max} = 140,51 - 140 = 0,51 \text{ мм}$$

Виконуємо перевірку розрахунків за контрольним правилом:

$$TZ_0 = 2Z_{0 \max} - 2Z_{0 \min} = Td_{\text{заг}} + Td_{\text{дет}}, \quad (1.16)$$

$$2Z_{0 \max} = d_{3 \text{ заг } \max} - d_{5 \min} = 147,6 - 139 = 8,6 \text{ мм}$$

$$2Z_{0 \min} = d_{3 \text{ заг } \min} - d_{5 \max} = 144,6 - 140 = 4,6 \text{ мм}$$

$$8,6 - 4,6 = 4,0 = 3,0 + 1,0 = 4,0$$

Визначаємо номінальний розмір заготовки та технологічні виконавчі розміри:

$$d_{\text{заг ном}} = d_{3 \text{ заг } \min} + ei d_{\text{заг}} = d_{3 \text{ заг } \max} - es d_{\text{заг}}, \quad (1.17)$$

$$d_{\text{заг ном}} = 144,6 + 1,2 = 147,6 - 1,8 = 145,8$$

$$d_{\text{заг}} = \varnothing 145,8^{+1,8}_{-1,2};$$

$$d_3 = \varnothing 142,11_{-1,6};$$

$$d_5 = \varnothing 140_{-1,0}$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці 1.6.

1.5.2 Розрахунок припусків і технологічних розмірів табличним методом

За ГОСТ 7505-74 [8, табл. 49, стр. 248], враховуючи масу заготовки $Q = 12,7$ кг, матеріалу деталі - група сталі М1, ступінь складності штампування С2, клас чистоти поверхні деталі, розмірний інтервал, знаходимо загальний мінімальний

припуск на заготовку для розміру 250h14_{-1,15}: $Z_{0\min} = 5,0$ мм. Загальний припуск розкладаємо між переходами механічної обробки, використовуючи коефіцієнт співвідношення припусків за формулою:

$$Z_{i\min} = j_i \cdot 2Z_{0\min}, \quad (1.18)$$

де j_i — коефіцієнт співвідношення припуску;

$$Z_{3\min} = Z_{4\min} = 0,8 \cdot 5 = 4 \text{ мм}$$

$$Z_{6\min} = Z_{7\min} = 0,2 \cdot 5 = 1 \text{ мм}$$

Розглянута поверхня зовнішня, тому розрахункові розміри визначаємо як максимальні, $l_{i\max}$, мм, за формулою:

$$l_{i\max} = l_{i+1\max} + Z_{i+1\min} + Tl_i \quad (1.19)$$

$$l_{6\max} = l_{7\max} + Z_{7\min} + Tl_6 = 250 + 1 + 1,15 = 252,15 \text{ мм}$$

$$l_{4\max} = l_{6\max} + Z_{6\min} + Tl_4 = 252,15 + 1 + 1,85 = 255 \text{ мм}$$

$$l_{3\max} = l_{4\max} + Z_{4\min} + Tl_3 = 255 + 4 + 1,85 = 260,85 \text{ мм}$$

$$l_{\text{заг}\max} = l_{3\max} + Z_{3\min} + Tl_{\text{заг}} = 260,85 + 4 + 3,2 = 268,05 \text{ мм}$$

$$\text{Приймаємо } l_{\text{заг}\max} = 268,1 \text{ мм}$$

Розраховуємо мінімальні розміри $l_{i\min}$, за формулою:

$$l_{i\min} = l_{i\max} - Tl_i \quad (1.20)$$

$$l_{\text{заг}\min} = l_{\text{заг}\max} - Tl_{\text{заг}} = 268,1 - 3,2 = 264,9 \text{ мм}$$

$$l_{3\min} = l_{3\max} - Tl_3 = 260,85 - 1,85 = 259 \text{ мм}$$

$$l_{4\min} = l_{4\max} - Tl_4 = 255 - 1,85 = 253,15 \text{ мм}$$

$$l_{6\min} = l_{6\max} - Tl_6 = 252,15 - 1,15 = 251 \text{ мм}$$

$$l_{7\min} = l_{7\max} - Tl_7 = 250 - 1,15 = 248,85 \text{ мм}$$

Визначаємо граничні значення припусків для переходів механічної обробки.
Розраховуємо максимальні значення припусків $Z_{i \max}$, мм, за формулою:

$$Z_{i \max} = l_{i-1 \max} - l_{i \min} \quad (1.21)$$

$$Z_{3 \max} = l_{\text{заг} \max} - l_{3 \min} = 268,1 - 259 = 9,1 \text{ мм}$$

$$Z_{4 \max} = l_{3 \max} - l_{4 \min} = 260,85 - 253,15 = 7,7 \text{ мм}$$

$$Z_{6 \max} = l_{4 \max} - l_{6 \min} = 255 - 251 = 4 \text{ мм}$$

$$Z_{7 \max} = l_{6 \max} - l_{7 \min} = 252,15 - 248,85 = 3,3 \text{ мм}$$

Розраховуємо мінімальні значення припусків $Z_{i \min}$, мм, за формулою:

$$Z_{i \min} = l_{i-1 \max} - l_{i \min} \quad (1.22)$$

$$Z_{3 \min} = l_{\text{заг} \min} - l_{3 \max} = 264,9 - 260,85 = 4,05 \text{ мм}$$

$$Z_{4 \min} = l_{3 \min} - l_{4 \max} = 259 - 255 = 4 \text{ мм}$$

$$Z_{6 \min} = l_{4 \min} - l_{6 \max} = 253,15 - 252,15 = 1 \text{ мм}$$

$$Z_{7 \min} = l_{6 \min} - l_{7 \max} = 251 - 250 = 1 \text{ мм}$$

Виконуємо перевірку розрахунків за контрольним правилом:

$$TZ_0 = 2Z_{0 \max} - 2Z_{0 \min} = Tl_{\text{заг}} + Tl_{\text{дет}}, \quad (1.23)$$

$$2Z_{0 \max} = l_{\text{заг} \max} - l_{7 \min} = 268,1 - 248,85 = 19,25 \text{ мм}$$

$$2Z_{0 \min} = l_{\text{заг} \min} - l_{7 \max} = 264,9 - 250 = 14,9 \text{ мм}$$

$$19,25 - 14,9 = 4,35 = 3,2 + 1,15 = 4,35$$

Визначаємо номінальний розмір заготовки та технологічні виконавчі розміри:

$$l_{\text{заг} \text{ ном}} = l_{\text{заг} \min} + ei \, l_{\text{заг}} = l_{\text{заг} \max} - es \, l_{\text{заг}}, \quad (1.24)$$

$$l_{\text{заг} \text{ ном}} = 264,9 + 1,2 = 268,1 - 2 = 266,1 \text{ мм}$$

$$l_{\text{заг}} = 266,1^{+2}_{-1,2};$$

$$l_3 = 260,85_{-1,85};$$

$$l_4 = 255_{-1,85};$$

$$l_6 = 252,15_{-1,15};$$

$$l_7 = 250_{-1,15}$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці 1.6.

1.6 Розрахунок режимів різання

1.6.1 Операція 015 – Токарна

Визначаємо режими різання та основного часу аналітичним способом на операцію 015 – токарну (рис.1.6). Обробка виконується на токарному верстаті 16Б16П, технічні характеристики якого вказані у [10, стор. 421].

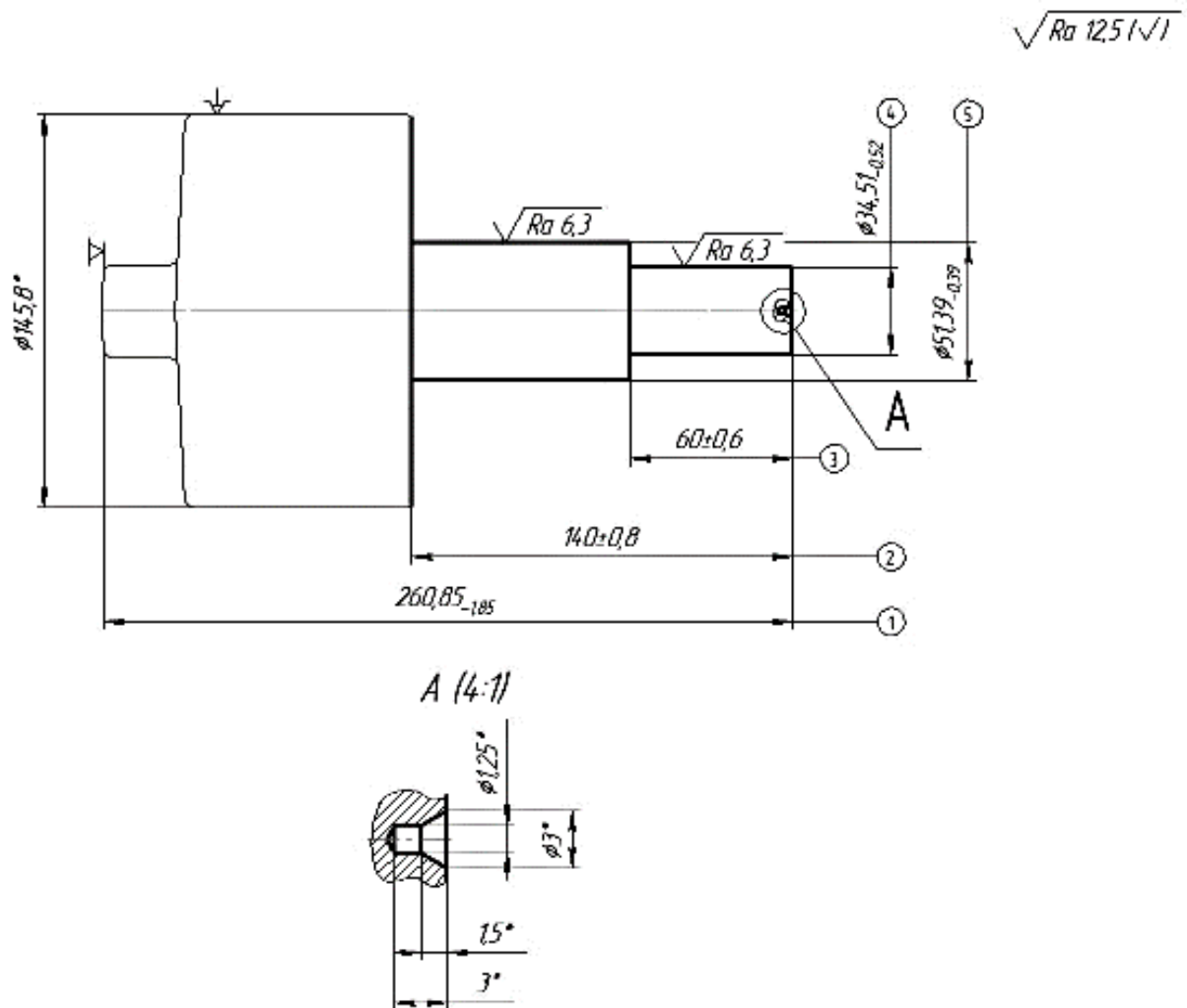


Рисунок 1.6 – Ескіз до обробки на операції 015 – токарної

Обробка виконується за 4 переходів.

Перехід №1 – підрізати торець 1.

Вибираємо різець з [1, стор. 115-118] - різець збірний прохідний з мех.кріпленням пластин 16×16 $r=1$ мм Т5К10 ГОСТ 21151-75

Знаходимо глибину різання t , мм:

$$t = 266,1 - 260,85 = 5,25 \text{ мм}$$

Приймаємо глибину різання $t = 2,63$ мм, кількість проходів $i = 2$.

Вибираємо подачу - S_0 мм/об [7, стор. 268, табл. 11] $S_0 = 0,3$ мм/об

Коректуємо значення подачі за паспортом верстату, приймаємо менше значення $S_{0\text{вт}}$ (мм/об) [10, стор. 421]. Приймаємо $S_{0\text{вт}} = 0,35$ мм/об.

Визначаємо швидкість різання V , м/хв, яка допускається властивостями різця за формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S_{0\text{вт}}^y} \cdot K_v, \quad (1.25)$$

де T - стійкість інструменту, $T = 60$ хв;

C_v , m , x , y вибираємо з [7, стор. 269-270, табл. 17], $C_v = 350$, $m = 0,2$, $x = 0,15$, $y = 0,35$;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{\phi lv} \cdot K_{rv}, \quad (1.26)$$

де K_{mv} - поправочний коефіцієнт, який враховує вплив фізико - механічних властивостей оброблюваного матеріалу на швидкість різання [7, стор. 261, табл. 1];

$$K_{mv} = K_\Gamma \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}, \quad (1.27)$$

де K_Γ - група сталі по обробляємості, $K_\Gamma = 1,0$ [7, стор. 263, табл. 2];

n_v - показник степені, $n_v = 1,0$;

K_{nv} - поправочний коефіцієнт, який враховує вплив стану поверхні заготовки на швидкість різання [7, стор. 263, табл. 5];

K_{uv} - поправочний коефіцієнт, який враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання [7, стор. 263, табл. 6];

K_{rv} - поправочний коефіцієнт, який враховується для інструменту з різальною частиною зі швидкорізальної сталі [7, стор. 271, табл. 18];

$K_{\phi v}, K_{\phi lv}, K_{rv}$ - поправочні коефіцієнти, які враховують вплив геометричних параметрів різця на швидкість різання [7, стор. 271, табл. 18].

$$K_v = 1,0 \left(\frac{750}{600} \right)^{1,0} \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,97 \cdot 0,94 = 0,912$$

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 2,63^{0,15} \cdot 0,35^{0,2}} \cdot 0,912 = 150,15 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертів оброблюваної деталі n , об/хв, яка відповідає знайденій швидкості головного руху різання за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{max}}, \quad (1.28)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 150,15}{3,14 \cdot 40,8} = 1172$$

Одержані значення частоти обертів, оброблюваної деталі коректуємо за паспортом верстату та приймаємо найближче менше значення $n_{BT} \text{ (хв}^{-1}\text{)}$ [10,с.421],
 $n_{BT} = 1000 \text{ хв}^{-1}$

Визначаємо дійсну швидкість різання V_d , м/хв., за формулою:

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{BT}}{1000}, \quad (1.29)$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 40,8 \cdot 1000}{1000} = 128,1 \text{ м/хв}$$

Визначаємо силу різання P_z , Н, за формулою:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V_d^n \cdot K_p, \quad (1.30)$$

де C_p, x, y, m визначаємо по [7, стор. 273-274], $C_p=300$, $x=1,0$, $y=0,75$, $m=-0,15$.

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{yp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (1.31)$$

де K_p - поправочний коефіцієнт, який враховує вплив конкретних умов обробки.

$K_{\text{мр}}$ - поправочний коефіцієнт, який враховує вплив фізико - механічних властивостей оброблюваного матеріалу на силові залежності [7,стор. 264,табл. 9].

$K_{\text{фр}}, K_{\text{γр}}, K_{\text{λр}}, K_{\text{гр}}$ - поправочний коефіцієнт, який враховує вплив геометричних параметрів різця на силу різання [7,стор. 275,табл. 23].

$$K_p = \left(\frac{600}{750}\right)^{0,75} \cdot 0,89 \cdot 1,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,94$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,63^1 \cdot 0,35^{0,75} \cdot 128,1^{-0,15} \cdot 0,94 = 1631,6 \text{ Н}$$

Визначаємо потужність, витрачену на різання N , кВт., за формулою:

$$N = \frac{P_z \cdot V_d}{1020 \cdot 60}, \quad (1.32)$$

$$N = \frac{1631,6 \cdot 128,1}{1020 \cdot 60} = 3,42 \text{ кВт}$$

Вибраний режим різання перевіряємо по потужності верстату за умовою:

$$N_{\text{різ}} < N_{\text{шп}},$$

де $N_{\text{шп}}$ - потужність на шпинделі верстату.

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta, \text{ кВт}, \quad (1.33)$$

де $N_{\text{дв}}, \eta$ вибираємо з [10,стор. 421], $N_{\text{дв}} = 10 \text{ кВт}$, $\eta = 0,75$

$$N_{\text{шп}} = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}$$

$$3,42 \text{ кВт} < 7,5 \text{ кВт} \text{ — умова виконується}$$

Визначаємо машинний час t_0 , хв., за формулою:

$$t_0 = \frac{L}{n \cdot S_{\text{обт}}} \cdot i, \quad (1.34)$$

де L – шлях інструменту в напрямку подачі в мм;

i - кількість робочих ходів,

$$L = l + y + \Delta \quad (1.35)$$

де l – розмір поверхні, що оброблюється в напрямку подачі в мм;

$y = t \cdot \tan \varphi$ – величина врізання мм, де φ – головний кут в плані;

$\Delta = 1 \div 3$ мм – вихід ріжучого інструменту (перебіг);

$$t_0 = \frac{20,4 + 2,63 + 3}{1000 \cdot 0,35} \cdot 2 = 0,15 \text{ хв}$$

Аналогічно проводимо розрахунок режимів для інших переходів. Загальний час по операції складає 1,99 хв.

1.6.2 Операція 040 – Вертикально-свердлильна з ЧПК

Визначаємо режими різання та основного часу за допомогою табличних даних на операцію 040 – вертикально-свердлильну з ЧПК (рис.1.7). Обробка виконується на верстаті з ЧПК HAAS VF-3 [11].

Перехід – Свердлити 4 отв., витримуючи розміри 6, 5, по програмі. Для верстата з ЧПК обираємо за каталогом [12] свердло SCD 105-056-120 AP5N (рис.1.8), патрон DIN69871 40 HYDRO 12X77. Параметри свердла вказані у таблиці 1.7.

Визначаємо глибину різання при свердлінні: $t = 10,5 / 2 = 5,25$ мм.

За рекомендованими значеннями інструменту по [12] з інтервалу 0,20...0,35 мм/об приймаємо значення подачі $S_0 = 0,2$ мм/об, значення швидкості різання з інтервалу 70...100 м/хв приймаємо $V = 75$ м/хв.

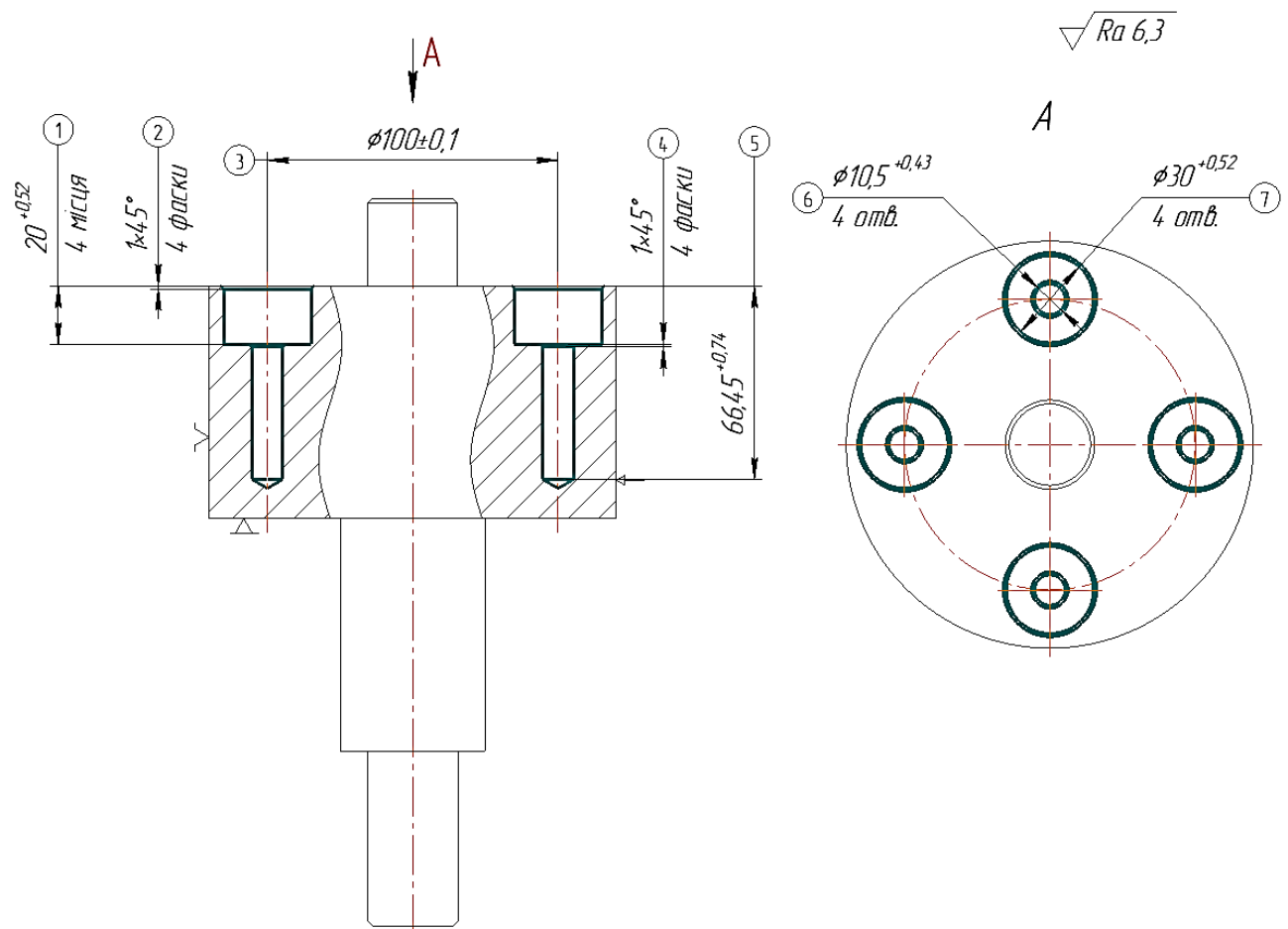


Рисунок 1.7 – Ескіз до обробки на операції 040 – вертикально-свердлильної з ЧПК

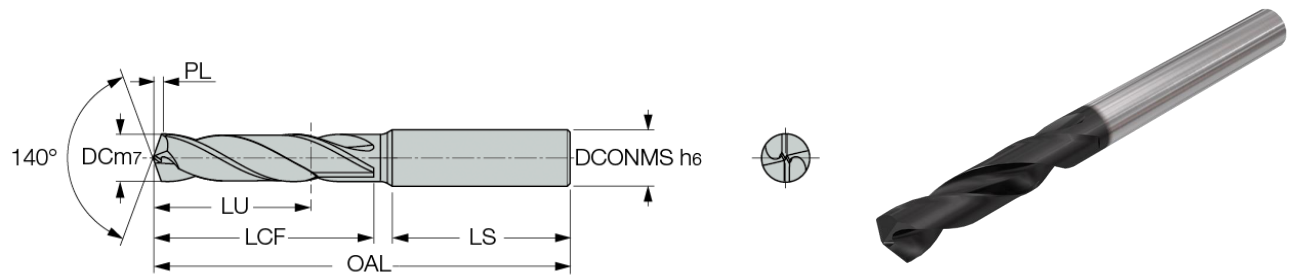


Рисунок 1.8 – Свердло SCD 105-056-120 AP5N

Таблиця 1.7 – Параметри свердла SCD 105-056-120 AP5N

DC	DCONMS	OAL	LU	LCF	PL	LS
10.50	12.00	118.00	56.00	71.0	1.600	45.0

Визначаємо частоту обертання шпинделя по формулі (1.28):

$$n = \frac{1000 \cdot 75}{3,14 \cdot 10,5} = 2275 \text{ хв}^{-1}.$$

Одержані значення частоти обертів, коректуємо за паспортом верстату по [11], приймаємо найближче менше значення $n_{\text{вт}} = 2250 \text{ хв}^{-1}$.

Визначаємо дійсну швидкість різання за формулою (1.29):

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 10,5 \cdot 2250}{1000} = 74,2 \text{ м/хв.}$$

Дійсне значення різання входить у проміжок рекомендованої швидкості.

Знаходимо силу різання P_0 , Н, та крутний момент $M_{\text{кр}}$, Нм, при свердлінні за формулами:

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S_o^y \cdot K_p, \quad (1.42)$$

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S_o^y \cdot K_p, \quad (1.43)$$

де C_p, q, y, C_M, q, y , – визначаємо по [7, стр.281, табл.32]; $C_p = 68, q = 1,0, x-, y = 0,7$; – для сили різання, $C_M = 0,0345, q = 2,0, x-, y = 0,8$; – для крутного моменту.

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 10,5^{1,0} \cdot 0,2^{0,7} \cdot 1,15 = 2661,4 \text{ Н.}$$

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 10,5^{2,0} \cdot 0,2^{0,7} \cdot 1,15 = 14,2 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Визначаємо потужність, витрачену на різання N , кВт за формулою:

$$N = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750}, \quad (1.44)$$

$$N = \frac{14,2 \cdot 2250}{9750} = 3,27 \text{ кВт}$$

Визначаємо режим різання перевіряємо по потужності верстату за умовою та формулою (1.33):

$$N_{\text{шп}} = 11 \cdot 0,85 = 9,35 \text{ кВт} > 3,27 \text{ кВт} \text{ — умова виконується}$$

Визначаємо машинний час t_0 , хв., при свердлінні за формулою:

$$t_0 = \frac{L}{n \cdot S_0} \cdot i, \quad (1.45)$$

$$y = 0,5 \cdot D, \text{ мм} \quad (1.46)$$

$$y = 0,5 \cdot 10,5 = 5,25 \text{ мм}$$

$$L = 66,45 + 5,25 + 5 = 76,7 \text{ мм}$$

$$t_0 = \frac{76,7}{2250 \cdot 0,2} \cdot 4 = 0,68 \text{ хв}$$

Аналогічно виконуємо розрахунок для інших переходів. Загальний час по операції складає 1,9 хв.

1.6.3 Операція 065 – Фрезерна з ЧПК

Визначаємо режими різання та основного часу табличним способом на операцію 065 – фрезерну з ЧПК (рис.1.9).

Обробка виконується на верстаті з ЧПК Hermle UWF 600 [11]. На операції фрезерується шпонковий паз пов.1, 2, 3, 4, фрезею EC-E4L 12-26/38C12CFR0.5 (рисунок 1.10) за каталогом [12].

З характеристик фрези з діапазону 0,04...0,11 вибираємо подачу $S_z = 0,06$ мм/об.

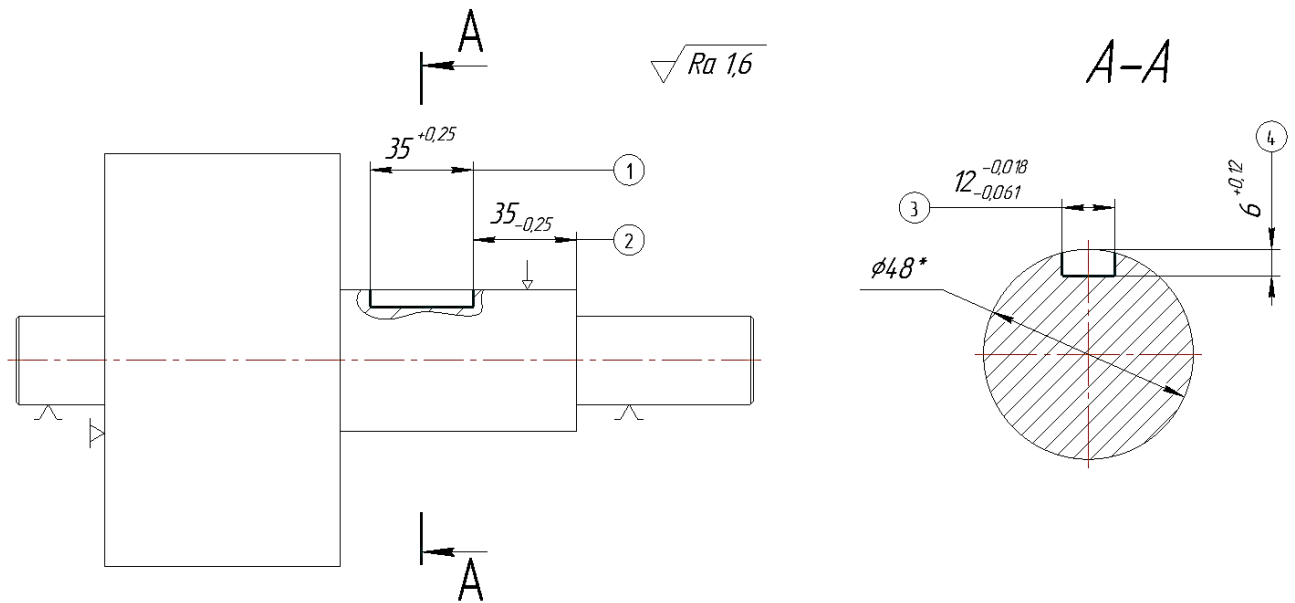
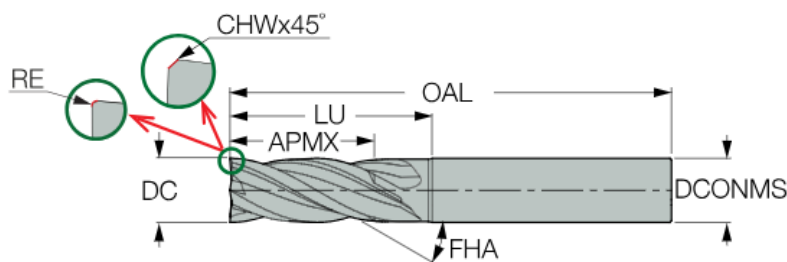


Рисунок 1.9 – Ескіз до обробки на операції 065 – фрезерну з ЧПК



DC	APMX	LU	OAL	DCONMS	RE	NOF	RMPX°	FHA	fz (min)	fz (max)
12.00	26.00	38.00	83.00	12.00	0.50	4	5.0	38.0	0.04	0.11

Рисунок 1.10 - Фреза EC-E4L 12-26/38C12CFR0.5

Рекомендована швидкість різання, яка допускається властивостями фрези знаходиться у діапазоні 160...220 м/хв. Приймаємо 180 м/хв.

Визначаємо глибину різання для фрезерування паза $t = 6$ мм, $B = 12$ мм.

Визначаємо частоту обертів фрези, яка відповідає знайдений швидкості головного руху різання за формулою (1.23):

$$n = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 12} = 4777$$

Так як верстат з ЧПК має безступінчасте регулювання частоти обертання, приймаємо $n_{\text{BT}} = 4500 \text{ хв}^{-1}$.

Визначаємо дійсну швидкість різання за формулою (1.24):

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 12 \cdot 4500}{1000} = 169,6 \text{ м/хв}$$

Дійсна швидкість різання входить у рекомендований діапазон.

Приймаємо хвилинну подачу при фрезеруванні $S_{\text{хв}} = 50 \text{ мм/хв}$.

Визначаємо силу різання при фрезеруванні P_z , Н за формулою:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} \quad (1.47)$$

де z — кількість зубців (ріжучих пластин) фрези;

n — частота обертання фрези;

C_p, x, y, u, q, w — визначаємо по [7, стр.291, табл.41]; $C_p = 68,2, x = 0,86, y = 0,72, u = 1,0, q = 0,86, w = 0$;

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 6^{0,86} \cdot 0,06^{0,72} \cdot 12^{1,0} \cdot 4}{12^{0,86} \cdot 4500^0} \cdot 1,15 = 2735,9 \text{ Н}$$

Визначаємо крутний момент фрези $M_{\text{кр}}$, Нм, за формулою:

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_z \cdot D_{\text{фр}}}{2 \cdot 100}, \quad (1.48)$$

$$M_{\text{кр}} = \frac{2735,9 \cdot 12}{2 \cdot 100} = 164,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Визначаємо потужність за формулою (1.32):

$$N = \frac{2735,9 \cdot 169,6}{1020 \cdot 60} = 7,58 \text{ кВт} < 13,5 \text{ кВт}$$

Умова виконується, обробка можлива.

Визначаємо машинний час t_0 , хв., при фрезеруванні за формулою:

$$t_0 = \frac{L}{S_{\text{хв}}} \cdot i, \quad (1.49)$$

де L – шлях, пройдений інструментом у напрямі руху подачі, мм

i – кількість проходів фрези

$$L = l + y + \Delta, \quad (1.50)$$

де l – довжина поверхні, яка оброблюється мм

y – величина врізання інструменту, мм

Δ – величина перебігу, мм.

$$y = 0,5 \cdot D, \text{ мм} \quad (1.51)$$

$$y = 0,5 \cdot 12 = 6 \text{ мм}$$

$$L = 35 + 6 + 5 = 46 \text{ мм}$$

$$t_0 = \frac{46}{50} = 0,92 \text{ хв}$$

1.7 Технічне нормування операцій

1.7.1 Операція 015 - Токарна

Допоміжний час $t_{\text{доп}}$, хв., визначається за формулою:

$$t_{\text{доп}} = t_y + t_{\text{упр}} + t_{\text{контр}}, \quad (1.52)$$

де t_y - час на установку і зняття деталі, [13, стор.138, к.51];

$t_{\text{упр}}$ - час на управління верстатом, [13, стор.152, к.60];

$t_{\text{контр}}$ - час на контроль оброблених поверхонь, [13, стор.160, к.64];

$$t_{\text{доп}} = 0,35 + 0,1 + (0,08 + 0,18 + 0,06 \cdot 2 + 0,12) = 0,95 \text{ хв}$$

Оперативний час $t_{\text{оп}}$, хв., визначається за формулою:

$$t_{\text{оп}} = t_o + t_{\text{доп}}, \quad (1.53)$$

$$t_{\text{оп}} = 1,99 + 0,95 = 2,94 \text{ хв}$$

Додатковий час $t_{\text{дод}}$, хв., визначається за формулою:

$$t_{\text{дод}} = (\alpha_{\text{тех}} + \alpha_{\text{відп}}) \cdot t_{\text{оп}}, \quad (1.54)$$

де $\alpha_{\text{тех}}$ - відсоток від оперативного часу, необхідний на технічне обслуговування, хв; [13, стор.136, к.49];

$\alpha_{\text{відп}}$ - відсоток від оперативного часу, необхідний для відпочинку, хв; [13, стор.136, к.49];

$$t_{\text{дод}} = (0,06 + 0,04) \cdot 2,94 = 0,294 \text{ хв}$$

Штучний час $t_{\text{шт}}$, хв., визначається за формулою:

$$t_{\text{шт}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{дод}}, \quad (1.55)$$

$$t_{\text{шт}} = 2,94 + 0,294 = 3,23 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час $t_{\text{пз}}$, хв., визначається за формулою:

$$t_{\text{пз}} = t_{\text{пз1}} + t_{\text{пз2}} + t_{\text{пз3}}, \quad (1.56)$$

де $t_{\text{пз1}}$ -норматив часу на наладку верстата і пристосування, $t_{\text{пз1}} = 12$ хв; [13, стор.135, к.49];

$t_{\text{пз2}}$ -норматив часу на установку ріжучого інструменту, $t_{\text{пз2}} = 7$ хв; [13, стор.135, к.49];

$t_{пзз}$ -норматив часу на отримання ріжучого інструменту і здача його після закінчення зміни, $t_{пзз} = 9$ хв; [13, стор.135, к.49];

$$t_{пз} = 12 + 7 + 9 = 28 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час $t_{шк}$, хв., визначається за формулою:

$$t_{шк} = t_{шт} + \frac{t_{пз}}{n}, \quad (1.57)$$

$$t_{шк} = 3,23 + \frac{28}{4} = 10,23 \text{ хв}$$

1.7.2 Операція 040 – Свердлильна з ЧПК

Визначаємо допоміжний час за формулою (1.52), при цьому $t_y = 0,03$, [13, стор.438, к.63]; $t_{упр} = 0,07$ [13, стор.440, к.64]; $t_{контр} = 0,88 + 0,48 = 1,36$, [13, стор.446, к.67].

$$t_{доп} = 0,03 + 0,07 + 1,36 = 1,46 \text{ хв}$$

Оперативний час визначаємо за формулою (1.53):

$$t_{оп} = 1,90 + 1,46 = 3,36 \text{ хв}$$

Визначаємо додатковий час за формулою (1.54), де $\alpha_{тех}$ визначаємо по [13, стор.422, к.56], $\alpha_{відп}$ по [13, стор.422, к.56].

$$t_{дод} = (0,07 + 0,03) \cdot 3,36 = 0,34 \text{ хв}$$

Штучний час визначаємо за формулою (1.55):

$$t_{\text{шт}} = 3,36 + 0,34 = 3,70 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час визначаємо за формулою (1.56), де $t_{\text{пз1}} = 17$ хв, [13, стор.422, к.56]; $t_{\text{пз2}} = 5$ хв, [13, стор.422, к.56]; $t_{\text{пз3}} = 7$ хв, [13, стор.422, к.56].

$$t_{\text{пз}} = 17 + 5 + 7 = 29 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час визначаємо за формулою (1.57):

$$t_{\text{шк}} = 3,70 + \frac{29}{4} = 10,95 \text{ хв}$$

1.7.3 Операція 065 – Фрезерна з ЧПК

Визначаємо допоміжний час за формулою (1.52), при цьому $t_y = 0,07$, [13, стор.56, к.5]; $t_{\text{упр}} = 0,32$ [13, стор.79, к.14]; $t_{\text{контр}} = 0,4$, [13, стор.81, к.15].

$$t_{\text{доп}} = 0,07 + 0,32 + 0,40 = 0,79 \text{ хв}$$

Оперативний час визначаємо за формулою (1.53):

$$t_{\text{оп}} = 0,92 + 0,79 = 1,71 \text{ хв}$$

Визначаємо додатковий час за формулою (1.54), де $\alpha_{\text{тех}}$ визначаємо по [13, стор.91, к.16], $\alpha_{\text{відп}}$ по [13, стор.92, к.17].

$$t_{\text{дод}} = (0,07 + 0,04) \cdot 1,71 = 0,17 \text{ хв}$$

Штучний час визначаємо за формулою (1.55):

$$t_{шт} = 1,72 + 0,17 = 1,88 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час визначаємо за формулою (1.56), де $t_{пз1} = 13$ хв, [13, стор.96, к.21]; $t_{пз2} = 5$ хв, [13, стор.97, к.21]; $t_{пз3} = 6$ хв, [13, стор.104, к.28].

$$t_{пз} = 13 + 5 + 6 = 24 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час визначаємо за формулою (1.57):

$$t_{шк} = 1,88 + \frac{24}{4} = 7,88 \text{ хв}$$

Всі розрахунки норм часу зводимо у таблицю 1.8.

Таблиця 1.8 – Норми часу по операціям

№ оп.	Найменування операції	Обладнання	t_0 , хв	$t_{доп}$, хв	$t_{оп}$, хв	$t_{дод}$, хв	$t_{шт}$, хв	$t_{пз}$, хв	$t_{ш.к}$, хв
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
015	Токарна	16K20	1,99	0,95	2,94	0,294	3,23	28	10,23
020	Токарна	16K20	1,84	0,95	2,79	0,279	3,07	28	10,07
030	Токарна з ЧПК	Cormak 400x750	1,94	1,01	2,95	0,295	3,25	27	10,00
035	Токарна з ЧПК	Cormak 400x750	1,82	0,97	2,79	0,279	3,07	27	9,82
040	Свердлильна з ЧПК	HAAS VF-3	1,9	1,46	3,36	0,336	3,70	29	10,95
045	Свердлильна з ЧПК	HAAS VF-3	1,16	0,86	2,02	0,202	2,22	29	9,47

Продовження таблиці 1.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
055	Токарна з ЧПК	HAAS ST-15	0,85	0,66	1,51	0,151	1,66	27	8,41
060	Токарна з ЧПК	HAAS ST-15	0,55	0,52	1,07	0,107	1,18	32	9,18
065	Фрезерна з ЧПК	Hermle UWF 600	0,92	0,79	1,71	0,171	1,88	24	7,88
070	Фрезерна з ЧПК	HAAS HCE 400P	3,02	2,5	5,52	0,552	6,07	27	12,82
075	Круглошлі- фувальна	3M131	1,01	0,5	1,51	0,151	1,66	32	9,66
080	Круглошлі- фувальна	3M131	0,75	0,55	1,3	0,13	1,43	32	9,43

1.8 Розробка керуючої програми на операцію з ЧПК

Керуючу програму розробляємо для операції 040 – вертикально - свердлильній з ЧПК, де відбувається свердління отворів. Розробку виконуємо у конструкторському пакеті Siemens NX.

Підготовлюємо 3д модель деталі, яка буде утворюватись після обробки на операції 040. Ескіз 3д моделі зображений на рисунку 1.11.

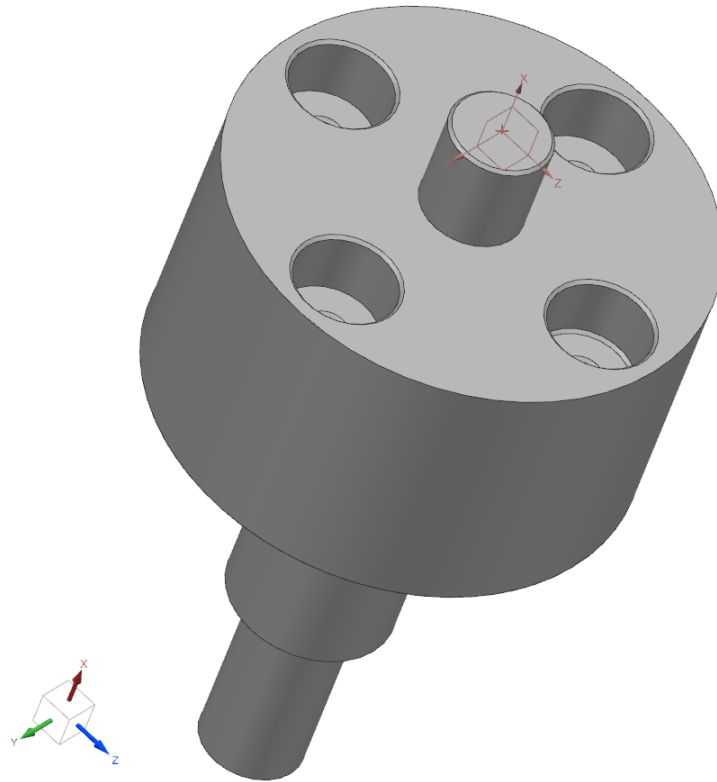


Рисунок 1.11 – 3д модель деталі на операції 040

Після створення деталі налаштовуємо систему координат інструмента та деталі, (рис.1.12).

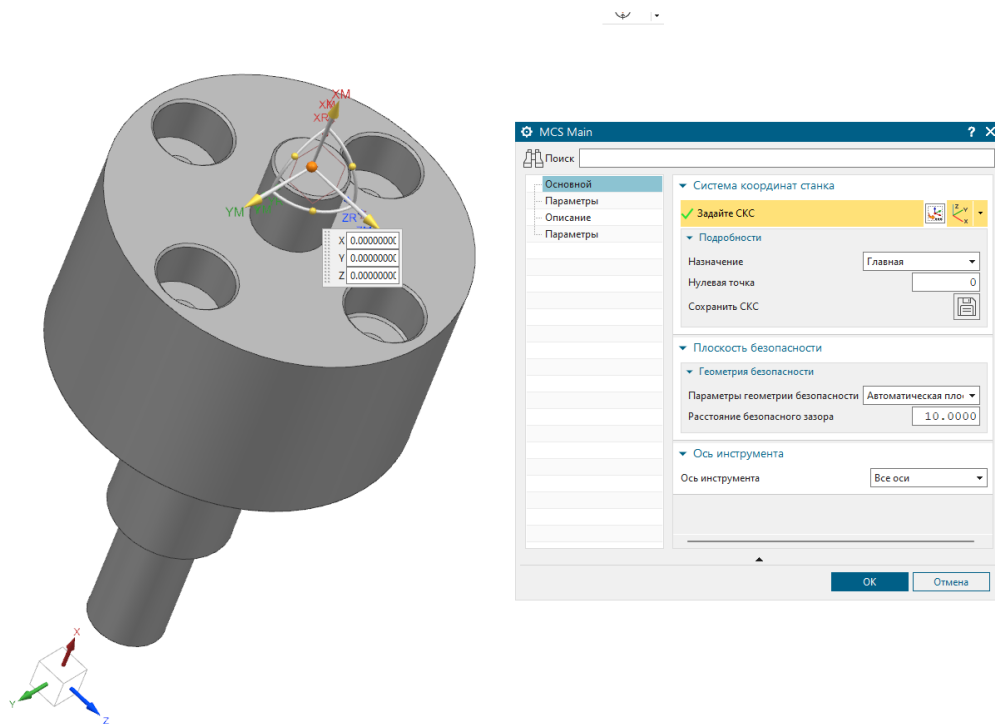


Рисунок 1.12 – Налаштування систем координат

Налаштування ріжучого інструменту – свердло Ø10,5, свердло Ø30, зенкер Ø12, зенкер Ø34, зображені на рисунках 1.13 – 1.16.

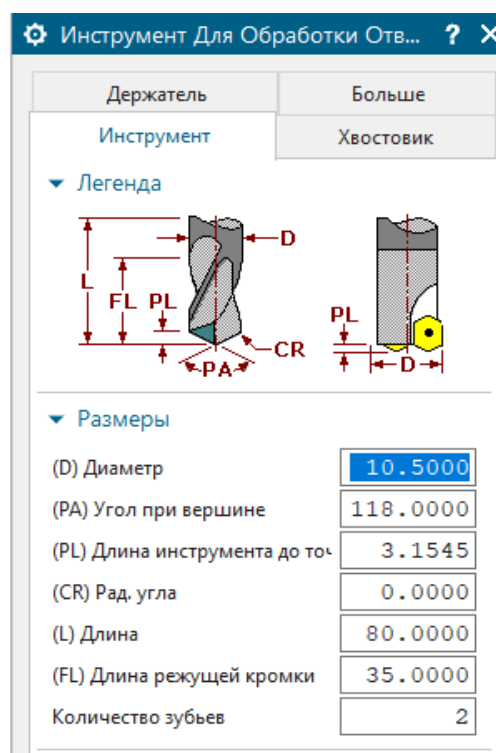


Рисунок 1.15 – Налаштування ріжучого інструмента для переходу №1 – свердло Ø10,5

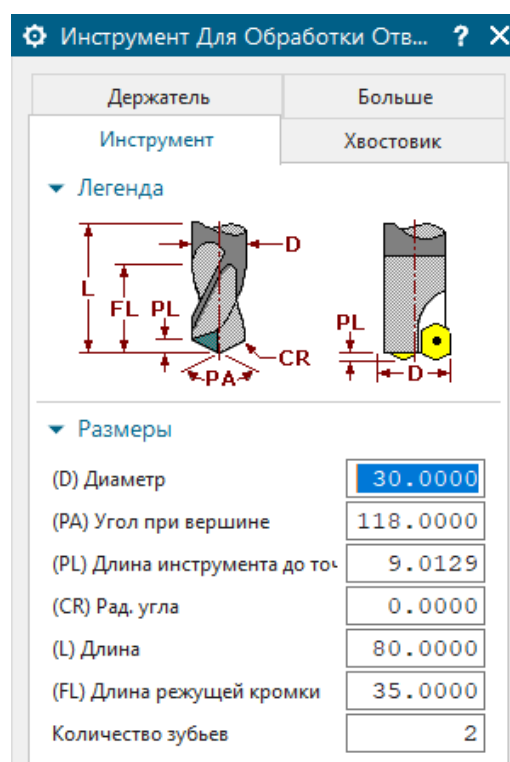


Рисунок 1.16 – Налаштування ріжучого інструмента для переходу №2 – свердло Ø30

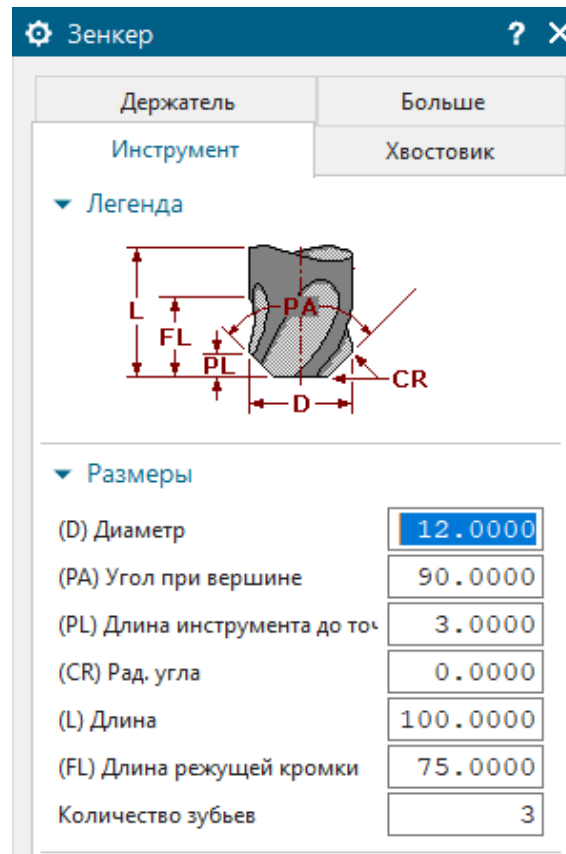


Рисунок 1.17 – Налаштування ріжучого інструмента для переходу №3 – зенкер Ø12

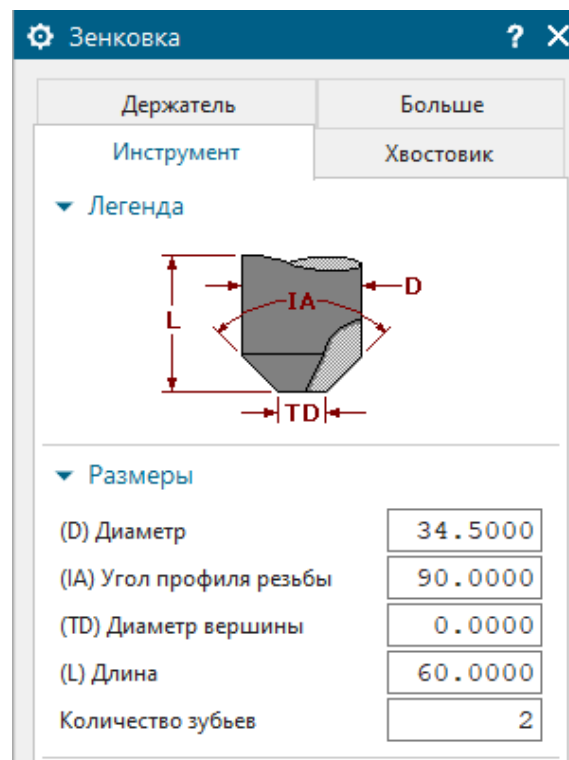


Рисунок 1.18 – Налаштування ріжучого інструмента для переходу №4 – зенкер Ø34

Створюємо операції по переходам та генеруємо траєкторію руху інструментів, за якою буде проєктуватись керуюча програма. Траєкторія руху інструментів зображені на рисунках 1.20 – 1.23.

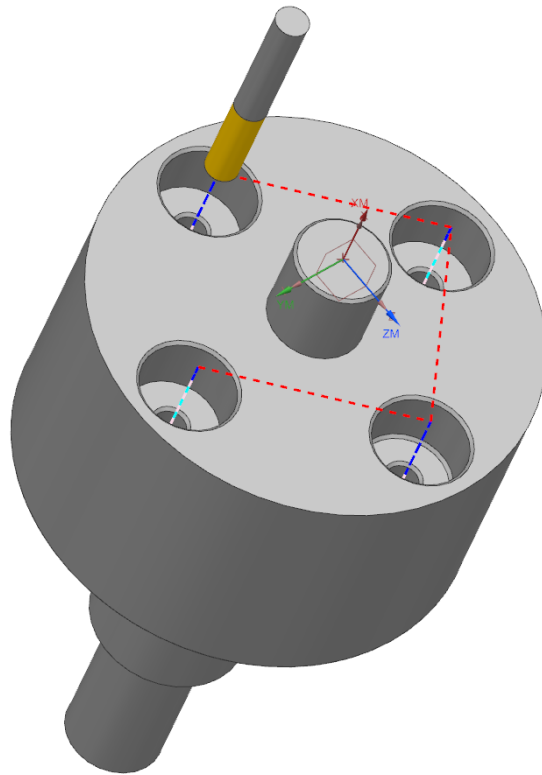


Рисунок 1.20 – Траєкторія руху інструмента для переходу №1

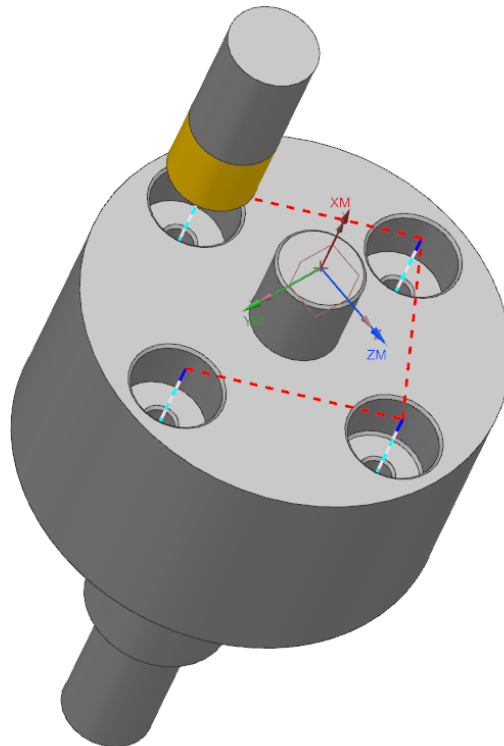


Рисунок 1.21 – Траєкторія руху інструмента для переходу №2

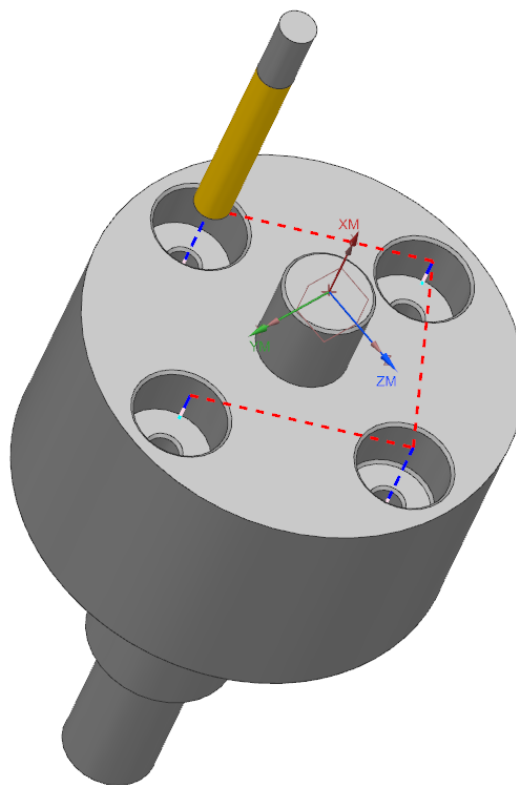


Рисунок 1.22 – Траєкторія руху інструмента для переходу №3

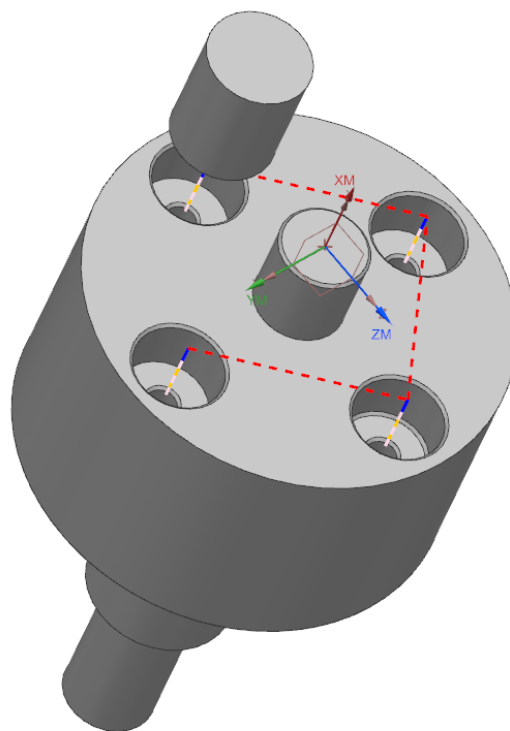
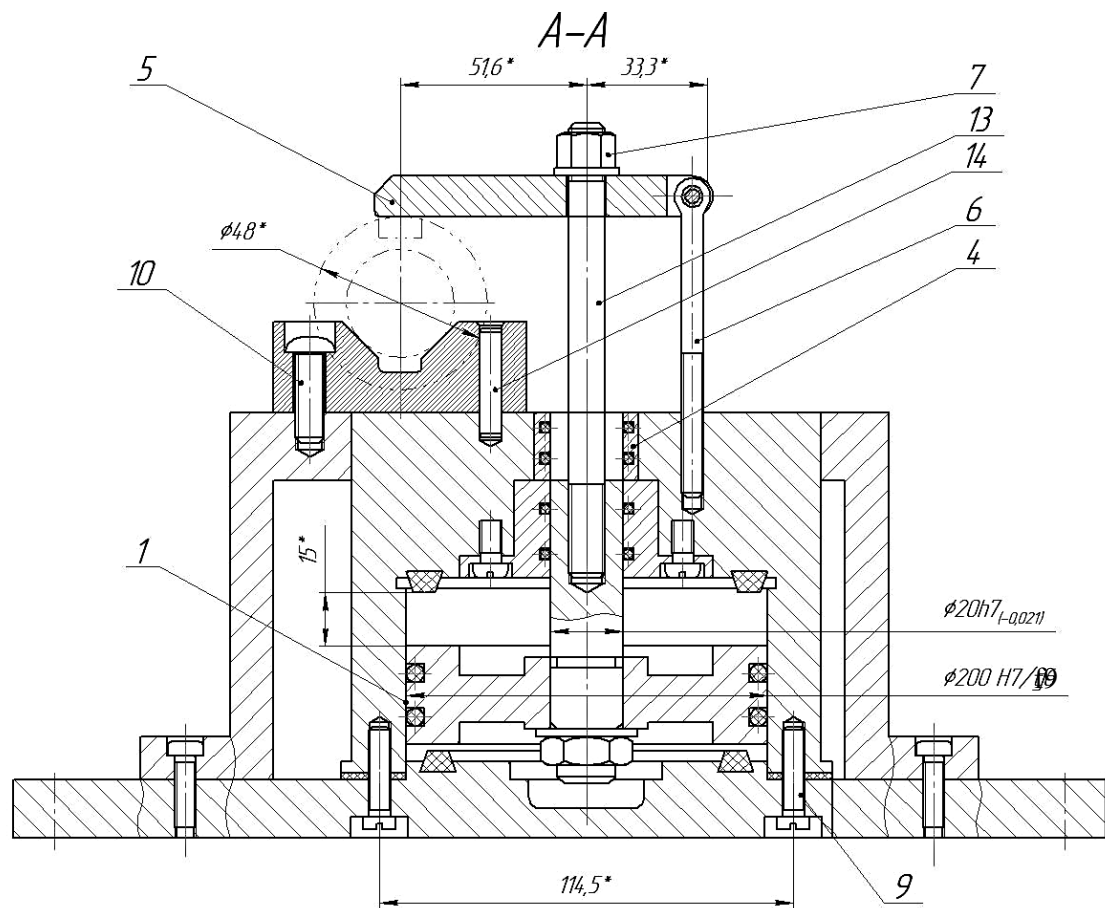


Рисунок 1.23 – Траєкторія руху інструмента для переходу №4

Після всіх налаштувань, генеруємо КП для операції у постпроцесорі. Результат генерації та керуюча програма показана у Додатку Б.



Продовження рисунку 2.1, аркуш 2

Для затиску деталі «Вал» на операції використовуємо пристрій з пневмоциліндром.

Пневматичні приводи поділяються за видом пневмодвигуна на поршневі і діафрагмові, за схемою дії - на одно-і двосторонні, за методом компонування з пристосуванням - на вбудовані та агрегатовані, за видом установки - на стаціонарні і обертові, за кількістю приводів - на одинарні та здвоєні, [14].

До переваг приводів слід віднести швидкість дії (0,5 ... 1,2 с), сталість зусилля затиску і можливість його регулювання, простоту конструкції та експлуатації, незалежність працездатності від коливань температури навколишнього середовища, [14].

Оптимальна робоча швидкість виконавчого механізму під час застосування пневмоприводу становить 0,1...2 м/с. При менших швидкостях виникають вібрації і нерівномірність ходу. Економічно доцільно застосування пневмоприводу в

механізмах із зусиллям до 30 кН і пневмоциліндрів з максимальним діаметром 250 мм, [14].

Недоліками пневмоприводу є досить низький коефіцієнт корисної дії, великі габарити в порівнянні з гідроприводом (через застосування низького тиску повітря), нерівномірність переміщення робочих органів, особливо при змінних зусиллях, неможливість зупинки в середині ходу, [14].

Циліндри виготовляються одно- та двосторонньої дії. У циліндрах односторонньої дії зворотний хід здійснюється пружиною, що забезпечує економію стисненого повітря до 40%, [14].

2.1.1 Конструкція і принцип роботи пристосування

Пристосування складається з пневмоциліндра 1, плити 2 та призм 11 та 12. Пневмоциліндр закріплюється до плити 2 гвинтами 9 та конструктивно прикритий корпусом 3. Призми 11 та 12 призначені для встановлення та центрування оброблюємої деталі. Затиск «Вала» відбувається прихватом 5.

Пристосування встановлюється на стіл верстата Hermle UWF 600 та закріплюється болтами M16 крізь вушки пристосування.

Після встановлення деталі у пристосування, стисле повітря стравлюють у верхню частину пневмоциліндра, після чого поршень зміщується вниз та тягне за собою шпильку 13. На верхній частині шпильки закріплюється прихват 5, який тисне на поверхню деталі та закріплює її.

Вісь 6 призначена для додаткової підтримки прихвата.

Після обробки стисле повітря потрапляє до нижньої частини пневмоциліндра, поршень зміщує шпильку 13 вгору, в результаті чого тиск на деталь послаблюється та відбувається розкріплення деталі.

2.1.2 Визначення похибки базування та закріплення. Розрахунок пристосування на точність

Деталь «вал» встановлюється у призми, тому розглянемо розрахунок похибки базування при такому встановленні (рис. 2.2).

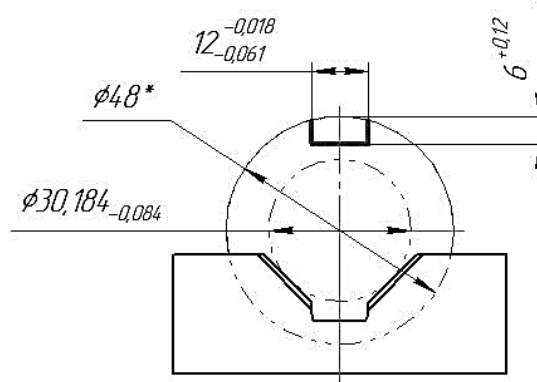


Рисунок 2.2 – Схема встановлення деталі

Визначаємо похибку встановлення на розмір $6^{+0,12}$ під час фрезерування паза по [14, стр.51].

Похибка встановлення визначається за формулою:

$$\varepsilon_{\text{вст}} = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}, \quad (2.1)$$

де ε_3 — частина загальної похибки встановлення, викликана зміщенням вимірювальної бази відносно встановленого на розмір ріжучого інструмента під дією прикладених сил закріплення;

ε_6 — частина загальної похибки встановлення, викликана неспівпадінням вимірювальної та налагоджувальної баз.

Визначаємо похибку базування визначаємо за формулою:

$$\varepsilon_{6\text{н}} = k_2 \cdot T_d + \frac{T_D}{2} \quad (2.2)$$

де k_2 — коефіцієнт, який знаходимо за табл. 4.1 [1, стор. 34]; $k_1 = 0,7$.

$$T_d = 0,084 \text{ мм};$$

$$T_D = 0.05 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_{6H} = 0,7 \cdot 0,084 + 0,05/2 = 0,084 \text{ мм}$$

Напрямок сили закріплення збігається з розміром обробки, то похибку закріплення необхідно врахувати.

Визначаємо похибку закріплення за формулою:

$$\varepsilon_{3H} = \varepsilon_{3 \text{ табл}} \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \quad (2.3)$$

$\varepsilon_{3 \text{ табл}}$ визначаємо по [1, стор. 50] при встановленні на чистооброблену поверхню,

$$\varepsilon_{3 \text{ табл}} = 60 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_{3H} = 0,060 \cdot \sin 45^\circ = 0,042 \text{ мм}$$

Тоді за формулою (2.1):

$$\varepsilon_{\text{вст}} = \sqrt{0,084^2 + 0,042^2} = 0,094 \text{ мм}$$

Похибка встановлення має бути менше за допуск обробки (0,12 мм), тобто $0,094 \text{ мм} \leq 0,12 \text{ мм}$. Таким чином, розрахунки показали, що схема встановлення є доцільною.

Визначимо розмір установка при фрезеруванні шпонкового пазу на розмір $12_{-0,061}^{+0,018}$ (рис. 2.3). Товщина шупа $S=3_{-0,006}$ мм. Розрахунок виконуємо згідно рекомендаціям [14, стр.80].

Визначаємо середній розмір обробки отвору:

$$\frac{B_{\text{cp}}}{2} = \frac{\left(B - EJ + \frac{EJ - ES}{2} \right)}{2} \quad (2.4)$$

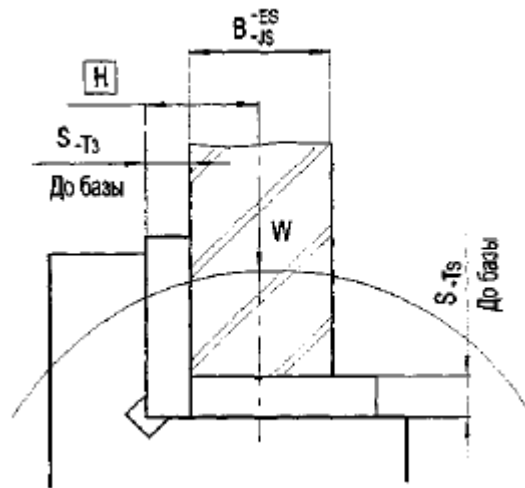


Рисунок 2.3 – Схема налаштування інструмента для фрезерування шпонкового паза

де TB – допуск на виготовлення отвору, $TB = 0,043$ мм;

$$\frac{B_{\text{cp}}}{2} = \frac{(12 - 0,061 + \frac{0,061 - 0,018}{2})}{2} = 11,961 \text{ мм}$$

Визначаємо середній розмір висоти установка:

$$H_{\text{cp}} = \frac{B_{\text{cp}}}{2} + S \quad (2.5)$$

$$H_{\text{cp}} = 5,98 + 3 = 8,98 \text{ мм}$$

Визначаємо допуск на виготовлення установка по формулі:

$$T_H = T_{\text{т.т.}} - k_2 \cdot \omega \quad (2.6)$$

де $T_{\text{т.т.}}$ – допуск на відхилення вісі відносно отвору, $T_{\text{т.т.}} = 0,043$ мм;

k_2 – коефіцієнт, що враховує частку похибки обробки в загальній похибки, спричиненої факторами, незалежними від конструкції пристосування; $k_2 = 0,6 \dots 0,8$;

ω – середня економічна точність обробки., визначаємо по [14, табл.5.5].

$$T_H = 0,043 - 0,6 \cdot 0,02 = 0,031 \text{ мм}$$

Приймаємо $T_H = 0,03 \text{ мм}$.

Визначаємо виконавчий розмір установка:

$$\boxed{H} = 5,075^{+0,03} \text{ мм}$$

2.1.3 Визначення необхідної сили затиску. Вибір приводу

Розрахунок зусилля затиску виконуємо відносно попередньо розрахованої сили різання та крутного моменту, які складають $P_z = 2735,9 \text{ Н}$, крутний момент $M_{кр} = 164,2 \text{ Нм}$.

Зусилля затиску визначаємо за формулою [14, стр.104]:

$$W = \frac{k \cdot P_z}{f \cdot \sin \alpha / 2}, \quad (2.7)$$

де k – коефіцієнт запасу;

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (2.8)$$

де k_0 - гарантований коефіцієнт запасу закріплення [14, стр.100]; $k_0 = 1,5$;

k_1 - коефіцієнт, що враховує зміну сил різання в процесі обробки [14, стр.100];
 $k_1 = 1,0$;

k_2 - коефіцієнт, що залежить від виду обробки, оброблюваного матеріалу і нерівномірного зносу різального інструменту [14, стр.101], $k_2 = 1,6$;

k_3 - коефіцієнт, що враховує умови переривчастого виду обробки, в умовах плавної обробки [14, стр.102], $k_3 = 1,0$;

k_4 - коефіцієнт, що характеризує затискний пристрій з точки зору сталості сил затиску [14, стр.102], $k_4 = 1,0$;

k_5 - коефіцієнт, що характеризує зручність розміщення рукоятки для ручних затискачів [14, стр.102], $k_5 = 1,0$;

k_6 - коефіцієнт, враховується, коли розрахунок сил затиску здійснюється з урахуванням моментів різання і залежить від виду опорної поверхні пристосування [14, стр.102], $k_6 = 1,0$;

$$k = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,6 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,4$$

$$W = \frac{2,4 \cdot 2735,9}{0,16 \cdot 0,7071} = 58037,8 \text{ Н}$$

Зусилля на штоці визначаємо за формулою:

$$Q = W \cdot \frac{l}{l_1} \quad (2.9)$$

$$Q = 58037,8 \cdot \frac{45}{80} = 32646,26 \text{ Н}$$

Формула зусилля затиску має вигляд:

$$Q = \rho \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \eta, \quad (2.10)$$

де ρ - тиск повітря, $\rho = 0,6 \text{ Мпа}$;

D – діаметр циліндра, мм;

η - коефіцієнт корисної дії, $\eta=0,85$;

Із цієї формули визначаємо формулу діаметра циліндра:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\rho \cdot \pi \cdot \eta}}, \quad (2.11)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 32646,26}{0,6 \cdot 3,14 \cdot 0,85}} = 185,6 \text{ мм}$$

Згідно ГОСТ 15608-81 приймаємо діаметр пневмоциліндра 200 мм, а діаметр штока 40 мм. Виходячи із стандартного діаметру пневмоциліндра розраховуємо дійсне зусилля затиску:

$$Q = 0,6 \frac{3,14 \cdot 200^2}{4} \cdot 0,85 = 16014 \text{ Н}$$

2.2 Проектування і принцип роботи контрольного пристосування

Контрольні пристосування служать для контролю розмірів окремих поверхонь деталі і точності їх взаємного розташування, для контролю за якістю і стабільністю технологічного процесу, в тому числі і з метою управління ним, для перевірки відстаней між деталями складальної одиниці, між складальними одиницями машини або між осями, для перевірки конфігурації, коректності положення деталей або складальних одиниць, для контролю конструктивних характеристик, які утворюються в процесі складання, для визначення експлуатаційних параметрів деталей окремих машин і технічних характеристик виробу в цілому та ін., [14].

Контрольно-вимірвальне пристосування являє собою особливу виробничий вимірювання і контролю - конструктивно поєднує базують, затискні і вимірвальні пристрої, [14].

Головні вимоги до контрольно-вимірвальним пристосуванням:

- забезпечення оптимальної точності;
- зручність в експлуатації;
- технологічність у виготовленні;
- зносостійкість;
- економічна доцільність, [14].

Контрольний пристрій призначений для перевірки радіального биття зовнішньої поверхні $\varnothing 30-0,033$ при базуванні на поверхню Б, яке повинно складати не більше 0,02 мм. Ескіз контрольного пристосування зображено на рисунку 2.4.

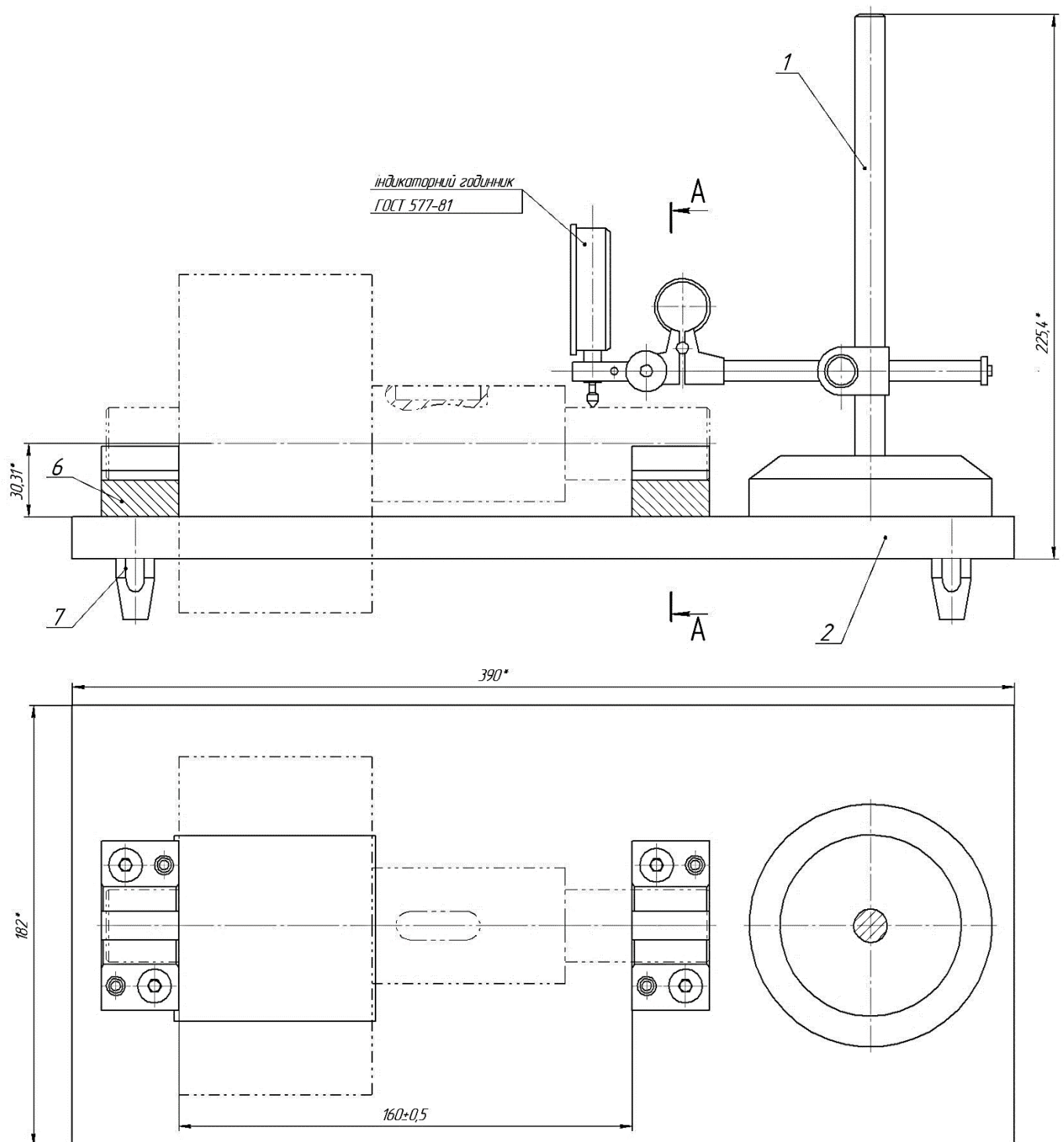


Рисунок 2.4 – Ескіз контрольного пристосування

Пристрій складається з плити 2, на яку встановлюються призми 6 та 4. Стійка 1 на плиті 2 має закріплений на штанзі годинник індикаторного типу, який призначений для замірювання показників відхилення.

Деталь встановлюється у призми 6 та 4 поверхнями Ø30, після чого до контролюємої поверхні підводиться стійка 1 з індикаторним годинником, проводиться дотик до контролюємої поверхні та лімб годинника виставляється на нуль. Далі деталь прокручують у призмах та фіксують значення найбільшого та найменшого значень биття. Їх різниця буде відповідати дійсному значенню радіального биття, яке не повинно перевищувати 0,02 мм.

2.3 Розрахунок на міцність

Виконаємо розрахунок на міцність для шпильки 13, яка використовується у пристосуванні для фрезерування паза, має діаметр 10 мм. Допустимі напруження для шпильки складає $[\sigma] = 680$ Мпа.

Запас міцності по напруженням визначаємо по [16, стр.194] за формулою:

$$k = \frac{[\sigma]}{\sigma_{max}}, \quad (2.8)$$

де $[\sigma]$ – допустимі значення згідно механічним властивостям матеріалу [16, стр.200, табл..9.1];

σ_{max} – максимальне напруження, яке виникає у деталі;

k – коефіцієнт запасу, для деталей пристосування $k = 1,5 - 2,0$;

Таким чином напруження, яке виникає у деталі повинне відповідати формулі:

$$k \cdot \sigma_{max} \leq [\sigma] \quad (2.9)$$

Виконуємо перевірочний розрахунок у програмі ANSYS Workbanch. Завантажуємо в програму 3д модель шпильки поз.13, розбиваємо її на сітку з

розміром зерна 0,5 м, прикладаємо навантаження, які діють на неї, та виконуємо розрахунок.

Результат розрахунку показан на рисунку 2.5.

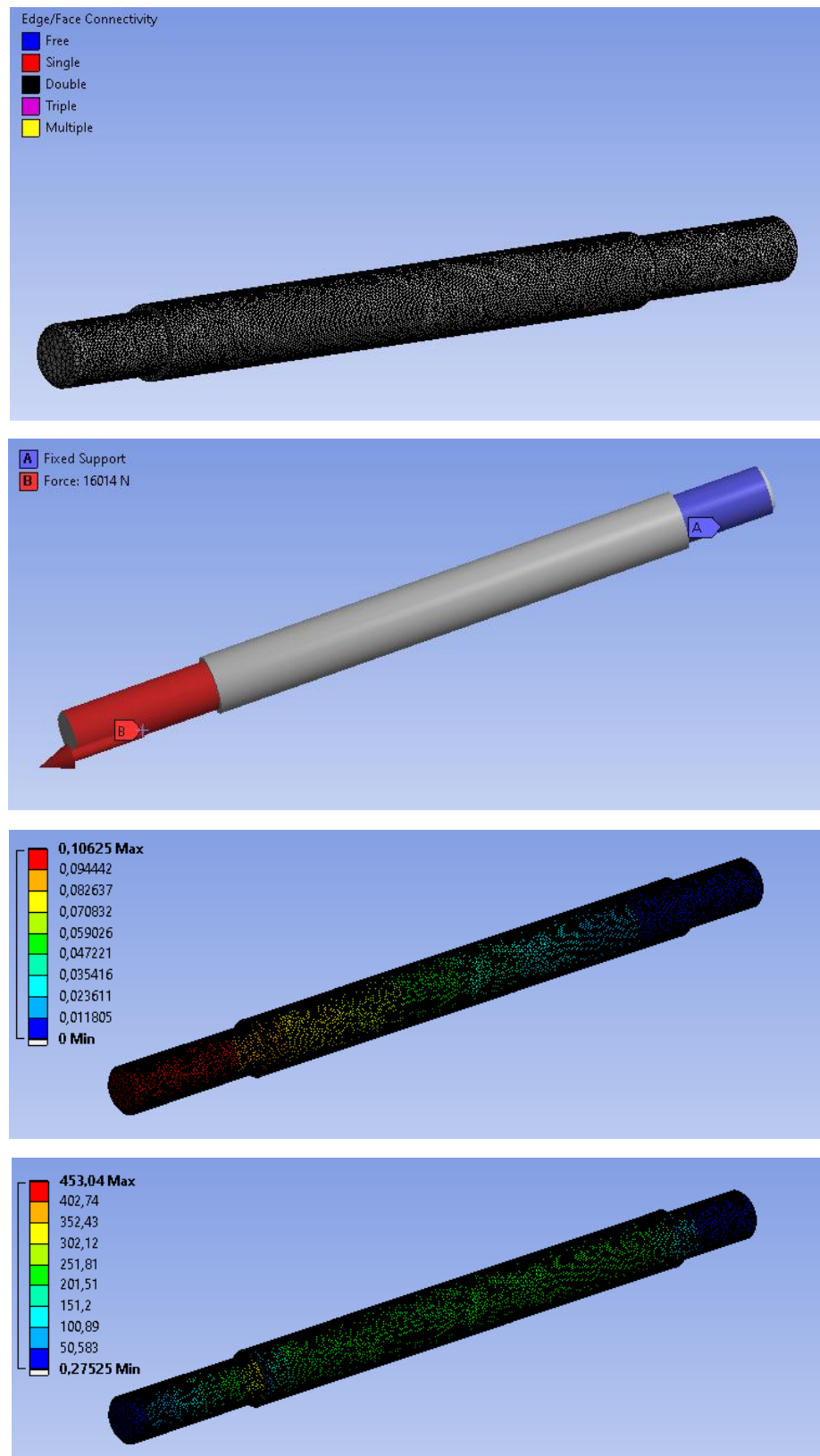


Рисунок 2.5 – Розрахунок на міцність

Розрахунок показав, що значення найбільшої напруги складає 453,04 МПа.

За формулою (2.9):

$$k \cdot \sigma_{max} = 1,5 \cdot 453,04 = 679,56 \text{ МПа}$$

$$679,56 \text{ МПа} \leq 680 \text{ МПа}$$

Таким чином, максимальна напруга менше за допустиму, це означає, що параметри деталі обрані правильно.

3 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

3.1 Розробка необхідної кількості технологічного обладнання

Орієнтуючись на задану програму випуску базової деталі $N = 500$ шт, попередньо призначаємо тип виробництва – серійне.

На ділянці окрім деталі «Вал» виробляються наступні деталі: фланець ($N = 4100$ шт), кришка ($N = 1200$ шт), золотник ($N = 4500$ шт), вал шліцьовий ($N = 5500$ шт).

Визначаємо розрахункову кількість верстатів за формулою:

$$S_{Pi} = \frac{\sum_{j=1}^l t_{ш.к.ij} \cdot N_i}{F_d \cdot m \cdot 60} \quad (3.1)$$

де i – номер технологічної операції;

$t_{ш.к.}$ –штучно-калькуляційний час, розрахований попередньо у розділі 1.7;

m –кількість робочих змін;

Розраховуємо кількість верстатів для кожної механічної операції, та приймаємо цю кількість шляхом округлення до цілого числа.

$$S_{P015} = \frac{388892}{2004 \cdot 2 \cdot 60} = 1,62,$$

приймаємо $S_{n015} = 2$ верстата

Аналогічно розраховуємо для інших операцій.

Розраховуємо коефіцієнт завантаження верстата за формулою:

$$k_{zi} = \frac{S_{Pi}}{S_{ni}}, \quad (3.2)$$

де S_{Pi} –розрахункова кількість верстатів;

S_{ni} –прийнята кількість верстатів;

$$k_{3015} = \frac{1,62}{2} = 0,81$$

Аналогічно розраховуємо для інших операцій.

Розраховуємо середній коефіцієнт завантаження ділянки за формулою:

$$\overline{k_3} = \frac{\sum S_p}{\sum S_n} \quad (3.3)$$

$$\overline{k_3} = \frac{19,48}{25} = 0,78$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Кількість обладнання та коефіцієнти завантаження обладнання

№ оп.	Найменування операції	Модель обладнання	$\sum_{j=1}^l t_{ш.к.ij} \cdot N_i$	S_p , шт..	S_n , шт..	k_3
1	2	3	4	5	6	7
015	Токарна	16K20	388892	1,62	2	0,81
020	Токарна	16K20	382622	1,59	2	0,80
030	Токарна з ЧПК	Cormak 400x750	379810	1,58	2	0,79
035	Токарна з ЧПК	Cormak 400x750	373122	1,55	2	0,78
045	Свердлильна з ЧПК	HAAS VF-3	415948	1,73	2	0,86
055	Свердлильна з ЧПК	HAAS VF-3	359936	1,50	2	0,75
060	Токарна з ЧПК	HAAS ST-15	378495	1,57	2	0,79
065	Токарна з ЧПК	HAAS ST-15	348726	1,45	2	0,73
070	Фрезерна з ЧПК	Hermle UWF 600	354645	1,47	2	0,74
075	Фрезерна з ЧПК	HAAS HCE 400P	576990	2,40	3	0,80
080	Круглошліфувальна	3M131	367118	1,53	2	0,76
	Всього:			19,48	25	0,78

Будуємо графік завантаження обладнання (рисунок 3.1).

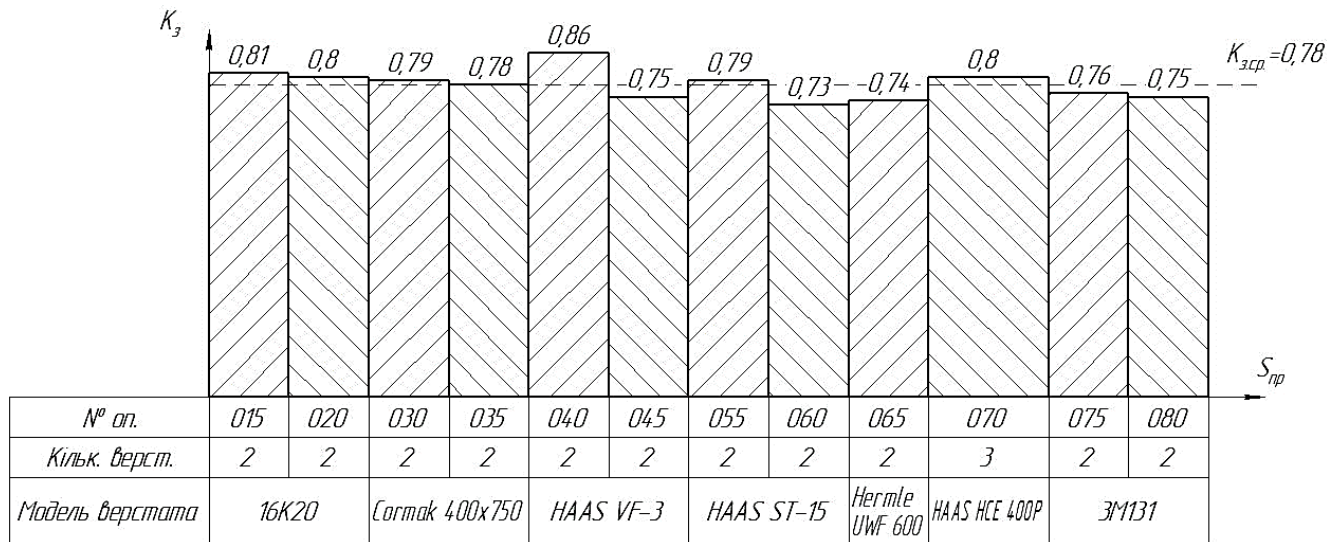


Рисунок 3.1 – Графік завантаження обладнання

3.2 Визначення чисельності основних виробничих робітників

У серійному виробництві чисельність робітників-верстатників визначають шляхом аналізу структури штучного часу та побудови циклограми багатOVERстатного обслуговування.

БагатOVERстатне обслуговування використовується на верстатах з ЧПК, та може бути застосоване в тому випадку, якщо основний (машинно-автоматний) час на операцію більше суми допоміжного часу на інших операціях та часу, що використовується на переходи оператора від верстата до верстата, тобто:

$$t_{0 \max} \geq \sum t_{\text{доп}} + \sum t_{\text{пер}}, \quad (3.6)$$

де $t_{\text{доп}}$ – допоміжний час на операції, хв.;

$t_{\text{пер}}$ – час, що використовується на переходи оператора від верстата до верстата, хв. $t_{\text{пер}} = 0,2$ хв.;

Перевіряємо можливість застосування багатOVERстатного обслуговування для операцій з ЧПК:

Оп.030: $1,94 \geq 1,01 + 0,2 = 1,21$ – умова виконується;

Оп.035: $1,82 \geq 0,97 + 0,2 = 1,17$ – умова виконується;

Оп.040: $1,9 \geq 1,46 + 0,2 = 1,66$ – умова виконується;

Оп.045: $1,16 \geq 0,86 + 0,2 = 1,06$ – умова виконується;

Оп.055: $0,85 \geq 0,66 + 0,2 = 0,86$ – умова не виконується;

Оп.060: $0,55 \geq 0,52 + 0,2 = 0,72$ – умова не виконується;

Оп.065: $0,92 \geq 0,79 + 0,2 = 0,99$ – умова не виконується;

Оп.070: $3,02 \geq 0,25 + 0,2 = 0,45$ – умова виконується;

Розраховуємо кількість верстатів, яке може обслужити один робітник у попередньо прийнятій зоні обслуговування, за формулою:

$$m_s = \frac{t_{\text{оп max}}}{t_{\text{обс}} + t_{\text{пер}}} \quad (3.7)$$

де $t_{\text{оп max}}$ – максимальний оперативний час на верстатах, намічених до об'єднання в зону обслуговування;

$t_{\text{пер}}$ – час, затрачуване перехід від верстата до верстата, $t_{\text{пер}} = 0,2$ хв;

$t_{\text{обс}}$ – час обслуговування робочим оператором верстата, тобто час, що витрачається на встановлення, закріплення та зняття деталі, керування верстатом, контроль якості обробки та інші ручні та машинно-ручні прийоми.

Число операторів в зоні багатостаночного обслуговування:

$$R_i = \frac{S_i}{m_{si}} \quad (3.6)$$

де S_i – кількість прийнятих верстатів на операції, що перевіряється;

i – номер зони обслуговування;

Для інших операцій розрахунок кількості основних виробничих робітників визначаємо за формулою:

$$R = \frac{\sum t_{\text{шт.к.}} \cdot N}{F_{\text{др}} \cdot 60} \quad (3.7)$$

де $F_{\text{др}}$ – фонд роботи працюючих, $F_{\text{др}} = 2004$ год;

$$m_{s\ 030} = \frac{2,95}{1,01 + 0,2} = 2,4 = 3 \text{ верстата}$$

$$R_{030} = \frac{2}{3} = 1 \text{ оператор}$$

$$m_{s\ 035} = \frac{2,79}{0,97 + 0,2} = 2,4 = 3 \text{ верстата}$$

$$R_{035} = \frac{2}{3} = 1 \text{ оператор}$$

$$m_{s\ 040} = \frac{3,36}{1,46 + 0,2} = 2,02 = 2 \text{ верстата}$$

$$R_{040} = \frac{2}{2} = 1 \text{ оператор}$$

$$m_{s\ 045} = \frac{2,02}{0,86 + 0,2} = 1,9 = 2 \text{ верстата}$$

$$R_{045} = \frac{2}{2} = 1 \text{ оператор}$$

$$m_{s\ 070} = \frac{5,52}{2,5 + 0,2} = 2,04 = 2 \text{ верстата}$$

$$R_{070} = \frac{3}{2} = 2 \text{ оператора}$$

Оператори з ЧПК (оп.055, 060, 065):

$$R_{\text{ТОК.}} = \frac{1081866}{2004 \cdot 60} = 9 \text{ чол.}$$

Токарі (оп.015, 020):

$$R_{\text{ТОК.}} = \frac{771514}{2004 \cdot 60} = 7 \text{ чол.}$$

Шліфувальники (оп.075, 080):

$$R_{\text{шл.}} = \frac{725458}{2004 \cdot 60} = 6 \text{ чол.}$$

Чисельність основних виробничих робітників на ділянці $\sum R = 28$ чол.

4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРИСТРОЇВ

В умовах впровадження інноваційних процесів на підприємстві часто виникає питання забезпечення технологічних операцій різними видами пристосувань. Сучасні методи і засоби технологічної підготовки виробництва передбачають комплексне використання прогресивних технічних і організаційних рішень з метою забезпечення в мінімальні терміни і при мінімальних трудових витратах повну готовність виробництва до випуску виробів заданої якості. Вони передбачають комплексне взаємозалежне вирішення основних завдань підготовки виробництва послідовно, від проектування конструкцій виробів і обробки їх на технологічність до освоєння серійного виробництва, [17].

Одним з етапів підготовки виробництва є забезпечення технологічних операцій необхідним оснащенням. На кожному кроці підготовки виробництва необхідна оснастка різного рівня механізації з відповідними вимогами до жорсткості, точності і ін, [17].

Використання складних спеціальних пристосувань підвищує продуктивність праці, але при невеликому річному випуску деталей такі пристосування можуть виявитись економічно недоцільними: від їх використання собівартість операції не знижується, а навпаки, підвищується, [17].

Розрахунок економічної ефективності використання пристосувань має за основу порівняння затрат та економії, які виникають при його використанні відносно річного періоду. Затрати включають в себе амортизацію пристосувань та витрати на його утримання та експлуатацію. Економія досягається за рахунок зниження трудомісткості виготовлення деталей, [17].

Пристосування вважається рентабельним, якщо річна економія, отримана від його застосування, більше пов'язаних з ним річних витрат, [17].

Собівартість C_a використання нового (модернізованого) пристосування розраховують за формулою:

$$C_a = Z_a \cdot \left(1 + \frac{H}{100}\right) + \frac{S_a}{\Pi} \cdot \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100}\right) \quad (4.1)$$

Собівартість використання C_b при використанні старого пристрою розраховують за формулою:

$$C_b = Z_b \cdot \left(1 + \frac{H}{100}\right) + \frac{S_b}{\Pi} \cdot \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100}\right) \quad (4.2)$$

де Z_a, Z_b – заробітна плата робітника за одну деталь відповідно для нового та старого пристосування, грн;

H – цехові накладні витрати у % до заробітної плати, $H = 200\%$;

S_a, S_b – витрати на виготовлення відповідно нового та старого пристосувань, грн;

Π – річна програма випуску деталей, шт, $\Pi = 500$ шт. (визначено у п.1.2);

A – строк амортизації пристосування в роках; Приймаємо за [17, стр.28] для простих пристроїв $A = 1$ рік; для пристроїв середньої складності $A = 3$ роки.

q – витрати, пов'язані з експлуатацією пристосувань (ремонт, регулювання, зберігання) у % від їх вартості, $q = 20\%$.

У початковий період проектування, коли визначена лише принципова схема нового пристосування, точно визначити його вартість неможливо. У цьому випадку застосовуємо наближений спосіб розрахунку за формулою:

$$S = C_{\Pi} \cdot N, \quad (4.3)$$

де S – витрати на виготовлення пристосування, грн.

N – кількість деталей в пристосуванні, шт;

C_{Π} – затрати на одну деталь пристосування, грн. Приймаємо за [17, стр.28] для пристроїв середньої складності $C_{\Pi} = 150$ грн., та для простих $C_{\Pi} = 75$ грн

$$S_a = 150 \cdot 5 = 750 \text{ грн}$$

$$S_b = 75 \cdot 5 = 375 \text{ грн}$$

$$q_a = 0,2 \cdot 750 = 150 \text{ грн}$$

$$q_b = 0,2 \cdot 375 = 75 \text{ грн}$$

Для підрахування заробітної плати робітника використовуємо формулу:

$$З = t_{\text{шт}} \cdot З_{\text{хв}} \quad (4.4)$$

де $t_{\text{шт}}$ – штучно-калькуляційний час;

$З_{\text{хв}}$ – хвилинна ставка робітника, грн. Приймаємо за [17, стр.32, додаток А]
 $З_{\text{хв}} = 0,96$ грн. для робітника 4-го розряду, $З_{\text{хв}} = 1,085$ грн. для робітника 5-го розряду.

$$З_a = 3,70 \cdot 0,96 = 3,552 \text{ грн}$$

$$З_b = 4,51 \cdot 1,085 = 4,893 \text{ грн.}$$

Тоді за формулами (4.1), (4.2) відповідно:

$$C_a = 4,893 \cdot \left(1 + \frac{200}{100}\right) + \frac{750}{500} \cdot \left(\frac{1}{3} + \frac{150}{100}\right) = 17,43 \text{ грн}$$

$$C_b = 3,552 \cdot \left(1 + \frac{200}{100}\right) + \frac{375}{500} \cdot \left(\frac{1}{1} + \frac{75}{100}\right) = 11,97 \text{ грн}$$

Собівартість залежить в основному від річної програми випуску деталей. Програма випуску $П_k$ - програма при якій обидва порівнюваних варіанти пристосувань економічно рівноцінні. Програма випуску визначається за формулою:

$$П_k = \frac{(S_a - S_b) \cdot \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100}\right)}{(З_b - З_a) \cdot \left(1 + \frac{H}{100}\right)} \quad (4.5)$$

$$P_k = \frac{(750 - 375) \cdot \left(\frac{1}{1} + \frac{150}{100}\right)}{(4,893 - 3,552) \cdot \left(1 + \frac{200}{100}\right)} \approx 233 \text{ шт.}$$

Так як задана річна програма $P > P_k$, та $C_a < C_b$, то більш вигідно застосовувати складне пристосування з пневмоприводом (п.2.1).

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Розглянемо дію електричного струму на організм людини, електричні травми.

З кожним роком зростає виробництво та споживання електроенергії, а відтак і кількість людей, які в процесі своєї життєдіяльності використовують (експлуатують) електричні пристрої та установки. Тому питання електробезпеки набувають особливої ваги, [18].

Електробезпека - це система організаційних та технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливого та небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики, [18].

Аналіз виробничого травматизму показує, що кількість травм, спричинених дією електричного струму, є незначною і становить близько 1 %. Однак із загальної кількості смертельних нещасних випадків частка електротравм становить 20-40% і посідає одне з перших місць. Щороку в Україні від електричного струму гине приблизно 1500 осіб. Найбільша кількість випадків електротравматизму, в тому числі зі смертельними наслідками, стається при експлуатації електроустановок напругою до 1000 В, що пов'язано з їх поширенням і відносною доступністю практично для кожного, хто працює на виробництві. Випадки електротравматизму під час експлуатації електроустановок напругою понад 1000 В нечасті, що зумовлено незначним поширенням таких електроустановок і обслуговуванням їх висококваліфікованим персоналом, [18].

Основними причинами електротравматизму на виробництві є:

- випадкове доторкання до неізольованих струмопровідних частин електроустаткування;
- використання несправних ручних електроінструментів;
- застосування нестандартних або несправних переносних світильників напругою 220 чи 127 В;
- робота без надійних захисних засобів та запобіжних пристосувань;

- доторкання до незаземлених корпусів електроустановок, що опинилися під напругою внаслідок пошкодження чи пробією ізоляції;
- недотримання правил будови, улаштування, безпечної експлуатації електроустановок та правил експлуатації електрозахисних засобів тощо, [18].

Електроустаткування, з яким доводиться мати справу практично всім працівникам на виробництві, становить значну потенційну небезпеку ще й тому, що органи чуття людини не здатні на відстані виявляти наявності електричної напруги. У зв'язку з цим захисна реакція організму виявляється лише після того, як людина потрапила під дію електричної напруги, [18].

Проходячи через організм людини, електричний струм справляє на нього термічну, електролітичну, механічну та біологічну дію, [18].

Термічна дія струму спричинює опіки окремих ділянок тіла, нагрівання кровоносних судин, серця, мозку та інших органів, через які проходить струм, що призводить до виникнення в них функціональних розладів, [18].

Електролітична дія струму характеризується розкладом (електролізом) крові та інших органічних рідин, що викликає суттєві порушення їх фізикохімічного складу, [18].

Механічна дія струму загрожує ушкодженнями (розриви, розшарування тощо) різноманітних тканин організму внаслідок електродинамічного ефекту, [18].

Біологічна дія струму на живу тканину спричиняє небезпечне збудження клітин та тканин організму, що супроводжується мимовільним судомним скороченням м'язів. Таке збудження може призвести до суттєвих порушень і навіть повного припинення діяльності органів дихання та кровообігу, [18].

Електротравма - це травма, яка спричинена дією електричного струму чи електричної дуги. За наслідками електротравми умовно поділяють на два види: місцеві електротравми, коли виникає локальне ушкодження організму, та загальні електротравми (електричні удари), коли уражається весь організм унаслідок порушення нормальної діяльності життєво важливих органів і систем. Приблизний розподіл електротравм за їх видами має такий вигляд: місцеві електротравми - 20

%; електричні удари - 25 %; змішані травми (сукупність місцевих електротравм та електричних ударів) - 55 %, [18].

Характерними місцевими електричними травмами є електричні опіки, електричні знаки, металізація шкіри, механічні ушкодження та електрофтальмія, [18].

Електричний опік - найбільш поширена місцева електротравма (близько 60 %), яка трапляється переважно у працівників, що обслуговують діючі електроустановки. Електричні опіки залежно від умов їх виникнення бувають двох видів: струмові (контактні), коли внаслідок проходження струму електрична енергія перетворюється на теплову, та дугові, які виникають унаслідок дії на тіло людини електричної дуги. Залежно від кількості виділеної теплоти та температури, а також розмірів дуги електричні опіки можуть уражати не лише шкіру, але й м'язи, нерви і навіть кістки. Такі опіки називаються глибинними і гояться вони досить довго, [18].

Електричні знаки (електричні позначки) являють собою плями сірого чи блідо-жовтого кольору у вигляді мозоля на поверхні шкіри в місці її контакту зі струмовідними частинами, [18].

Металізація шкіри - це проникнення у верхні шари шкіри найдрібніших часточок металу, що розплавляється внаслідок дії електричної дуги. Такого ушкодження зазвичай зазнають відкриті ділянки тіла - руки та обличчя. Ушкоджена ділянка шкіри стає твердою та шорсткою, однак за відносно короткий час вона знову набуває попереднього вигляду та еластичності,

Механічні ушкодження - це ушкодження, які виникають унаслідок судомних скорочень м'язів під дією електричного струму, що проходить через тіло людини. Механічні ушкодження виявляються у вигляді розривів шкіри, кровоносних судин, нервових тканин, а також вивихів суглобів і навіть переломів кісток, [18].

Електрофтальмія - це ураження очей внаслідок дії ультрафіолетових випромінювань електричної дуги. Найбільш небезпечним видом електротравм є електричний удар, який у більшості випадків (близько 80 %, включаючи й змішані травми) призводить до смерті потерпілого, [18].

Електричний удар - це збудження живих тканин організму електричним струмом, що супроводжується судомним скороченням м'язів. Залежно від наслідків ураження електричні удари умовно поділяють на чотири ступеня:

I - судомні скорочення м'язів без втрати свідомості;

II - судомні скорочення м'язів з втратою свідомості, але зі збереженням дихання та роботи серця;

III - втрата свідомості та порушення серцевої діяльності чи дихання (або обох одночасно);

IV - клінічна смерть, [18].

Організаційні та технічні заходи електробезпеки.

До роботи на електроустановках допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли інструктаж та навчання з безпечних методів праці, перевірку знань правил безпеки та інструкцій відповідно до займаної посади чи роботи, яку вони виконують та кваліфікаційної групи з електробезпеки, і які не мають протипоказань, визначених Міністерством охорони здоров'я України, [18].

З метою профілактики професійних захворювань, нещасних випадків та забезпечення безпеки праці працівники, що обслуговують діючі електроустановки, в обов'язковому порядку проходять попередній (при прийнятті на роботу) та періодичні (термін обумовлений професією та характеристикою роботи) медичні огляди, [18].

Роботи в електроустановках стосовно їх організації поділяються на такі, що виконуються:

- за нарядом-допуском;
- за розпорядженням;
- у порядку поточної експлуатації, [18].

Безпека робіт у діючих електроустановках досягається наступними організаційними заходами:

- затвердження переліку робіт, що виконуються за нарядами, розпорядженнями і в порядку поточної експлуатації;
- призначення осіб, відповідальних за безпечне проведення робіт;

- оформлення нарядом, розпорядженням або затвердженням переліку робіт, що виконуються в порядку поточної експлуатації;

- підготовка робочих місць;
- допуск до роботи, нагляд під час виконання робіт;
- переведення на інше робоче місце;
- оформлення перерв у роботі та її закінчення, [18].

Робота в електроустановках стосовно заходів безпеки поділяється на три категорії:

- зі зняттям напруги;
- без зняття напруги на струмовідних частинах та поблизу них;
- без зняття напруги віддалік від струмовідних частин, що перебувають під напругою, [18].

До технічних заходів, які необхідно виконувати в діючих електроустановках для забезпечення безпеки робіт належать:

При проведенні робіт зі зняттям напруги в діючих електроустановках:

- вимкнення установки (частини установки) від джерела живлення електроенергії;
- механічне блокування приводів апаратів, які здійснюють вимкнення, зняття запобіжників, від'єднання кінців лінії, що забезпечує електропостачання, та інші заходи, що унеможливлюють випадкову подачу напруги до місця проведення робіт;
- вивішування заборонних плакатів на приводах ручного і на ключах дистанційного керування комутаційною апаратурою;
- перевірка відсутності напруги на струмовідних частинах, які слід заземлити для захисту людей від ураження електричним струмом;
- встановлення заземлення (увімкнення заземлюваних ножів; - встановлення переносних заземлень);
- огороження робочих місць або струмовідних частин, що залишаються під напругою, і вивішування на огороженнях плакатів безпеки, [18].

При проведенні робіт без зняття напруги на струмовідних частинах та поблизу них: виконання робіт за нарядом не менш ніж двома працівниками із застосуванням електрозахисних засобів, під постійним наглядом, із забезпеченням безпечного розташування працівників, використовуваних механізмів та пристосувань, [18].

При проведенні робіт без зняття напруги віддалік від струмовідних частин, що перебувають під напругою, є неможливим випадкове наближення працівників і ремонтного оснащення та інструменту, що застосовуються ними, до струмовідних частин на відстань, меншу від допустимої, тому передбачати технічні та організаційні заходи для запобігання такому наближенню не потрібно, [18].

Надання першої допомоги при ураженні електричним струмом.

Після припинення дії електричного струму на людину необхідно викликати лікаря, а до його прибуття надати потерпілому необхідну допомогу. Заходи долікарської допомоги залежать від стану, в якому перебуває потерпілий. Для оцінки стану потерпілого перевіряють наявність у нього свідомості, дихання, пульсу. Потерпілий, після звільнення від дії електричного струму, зазвичай може перебувати в одному з трьох станів:

- при свідомості;
- непритомний, однак у нього є дихання та пульс;
- у стані клінічної смерті (відсутнє дихання та не прощупується пульс), [18].

Якщо потерпілий при свідомості, то його необхідно покласти на підстилку з тканини чи одягу, створити приплив свіжого повітря, розстібнути одяг, що стискає та перешкоджає диханню, розтерти та зігріти тіло і забезпечити спокій до прибуття лікаря. Потерпілому, що знаходиться в непритомному стані, треба дати понюхати нашатирний спирт або збризнути обличчя холодною водою. Коли потерпілий прийде до тями, дати йому випити 15-20 крапель настоянки валеріани та гарячого чаю, [18].

За відсутності ознак життя (дихання та пульсу) потрібно негайно розпочати серцево-легеневу реанімацію (СЛР); адже імовірність успіху тим менша, чим більше часу минуло від початку клінічної смерті. До заходів СЛР належать штучне

дихання та непрямий (закритий) масаж серця. Штучне дихання виконується способом "з рота в рот" або "з рота в ніс". Людина, яка надає допомогу, робить видих зі своїх легень у легені потерпілого безпосередньо в його рот чи ніс; у повітрі, що видихається людиною є ще досить кисню. Попередньо потерпілого необхідно покласти спиною на тверду рівну поверхню, звільнити від одягу, що стискає (розстебнути комір сорочки, пасок, послабити краватку), підкласти під лопатки невеликий валик з будь-якого матеріалу (можна з одягу), відхилити голову максимально назад, [18].

Перш ніж розпочати штучне дихання, необхідно переконатися в прохідності верхніх дихальних шляхів, які можуть бути закриті запалим язиком, сторонніми предметами, накопиченим слизом, [18].

При проведенні штучного дихання слід бути уважним: коли у потерпілого з'являються перші ознаки слабкого поверхневого дихання, необхідно до нього пристосувати ритм штучного дихання, [18].

Необхідно зазначити, що існують спеціальні засоби для штучного дихання, які, перш за все, дозволяють уникнути прямого контакту між ротом потерпілого та ротом рятувника. Саме ця обставина іноді створює своєрідний психологічний бар'єр у невідготуваного рятувника. Для того, щоб не завдати шкоди потерпілому, рятувник повинен уміти користуватись такими засобами. Загалом, застосування спеціальних засобів штучного дихання не суттєво сприяє підвищенню якості реанімації та, найголовніше, призводить до втрати часу, що може іноді виявитись вирішальним для життя потерпілого, [18].

У випадку зупинки серця, яку можна визначити за відсутністю у потерпілого пульсу на сонній артерії та розширенням або у разі фібриляції серця, [18].

При необхідності проведення непрямого масажу серця потерпілого кладуть спиною на тверду поверхню (підлога, стіл), оголюють його грудну клітку, розстібають пасок. Рятувник стає ліворуч або праворуч від потерпілого, поклавши на нижню третину грудної клітки кисті рук (одна на одну), енергійно (поштовхами) натискає на неї. Натискати потрібно досить різко, використовуючи при цьому масу

власного тіла, і з такою силою, щоб грудна клітка прогиналась на 4-5 см у бік хребта. Необхідна частота становить 60-65 натиснень на хвилину, [18].

Масаж серця необхідно поєднувати зі штучним диханням. Якщо СЛР виконує одна людина, то заходи щодо рятування потерпілого необхідно проводити в такій послідовності: після двох глибоких вдукань у рот чи ніс зробити 15 натиснень на грудну клітку, потім знову повторити два вдукання і 15 натиснень для масажу серця і т. ін. Якщо допомогу надають двоє рятувників, то один повинен робити штучне дихання, а інший - непрямий масаж серця, причому під час вдукання повітря масаж серця припиняють. Після одного вдукання повітря в легені потерпілого необхідно п'ять разів натиснути на його грудну клітку, [18].

Заходи щодо оживлення можна вважати ефективними, якщо звузились зіниці; шкіра почала рожевіти (у першу чергу, шкіра верхньої губи); при масажних поштовхах явно відчувається пульс на сонній артерії. Штучне дихання та непрямий масаж серця необхідно виконувати доти, поки у потерпілого повністю не відновиться дихання та робота серця або поки не прибуде швидка медична допомога, [18].

ВИСНОВКИ

Мета роботи дипломного проєкту – проєктування технологічного процесу виготовлення деталі «вал».

Під час виконання дипломного проєкту було визначено метод отримання заготовки, а саме штампування на КГШП, та економічно обґрунтовано. Було розроблено план обробки деталі, розраховані припуски, визначено операційні розміри по переходам. На операції визначено режими різання та нормування.

Для фрезерування шпонкового пазу було розроблено пневматичне пристосування. Для контролю радіального биття спроєктовано контрольне пристосування.

У економічному розділі було розглянуто економічну ефективність від впровадження пневматичного пристосування по зрівнянню з ручним.

На технологічний процес виготовлення деталі «вал» було розроблено комплект технологічних карт.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Електронний ресурс: <https://metinvest-smc.com/ru/steel/stal-45/>;
2. Електронний ресурс: <https://metal-holding.ua/ua/blog/zacem-nuzna-i-kak-provoditsa-zakalka-stali>;
3. А. П. Гуляєв, В. Д. Кальнер, І. С. Козловський. Термічна обробка в машинобудуванні: Справоч- ТЗ5 нік / За редом Лахтіна, А. Г. Рахштадта. - Машинобудування, 1980. 783 с., Іл. М.:
4. Методичні вказівки до дипломного проектування з технології авіадвигунобудування і машинобудування для студентів спеціальностей «Технологія машинобудування» і «Технологія будування авіаційних двигунів» / укл. В.К. Яцекно, В.І. Ципак, Є.Я. Коренєвський та ін. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2003. – 245 с.
5. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисциплін з техно-логічних методів виробництва заготовок для студентів спеціальностей: 8.090101 Прикладне матеріалознавство; 8.090202 Технологія машинобудування; 8.090203 Металорізальні верстати та системи; 7.090260 Технологія будування авіаційних двигунів, денної форми навчання / Укл. В.М. Плєскач, І.В. Акімов – Запоріжжя: ЗНТУ, 2010. - 82 с.
6. Справочник технолога-машиностроителя : в 2 т. Т. 1. / [под ред. А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова]. – М. : Машиностроение, 1985. - 694 с.
7. Справочник технолога-машиностроителя : в 2 т. Т. 2. / [под ред. А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова]. – М. : Машиностроение, 1985.- 652 с.
8. Косилова А.Г. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении / А.Г. Косилова, Р.К. Мещеряков, М. А. Калинин. – М. : Машиностроение, 1976. – 352 с.
9. Додатки до методичних вказівок для виконання практичних занять з дисциплін «Технологічні основи машинобудування», «Технологія машинобудування», «Теоретичні основи технології виготовлення деталей та складання машин» для студентів спеціальності 6.05050201 – технологія

машинобудування всіх форм навчання // Укл.: В.І. Ципак (перевидання 2-е). Під ред., Гончар Н.В. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2012 – 62 с.

10. Нефедов Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту: учеб. Пособие [для техникумов по предмету «Основы учения о резании металлов и режущий инструмент»]/Н.А.Нефедов, К.А.Осипов. – 5-е изд., перераб. И доп. – М.:Машиностроение, 1990. – 448с.

11. Електронний ресурс: <https://vitcompany.com.ua/stanki/stanki-frezernye-s-chpu/gorizontalno-frezernye-stanki/gorizontalno-frezernyy-standok-s-chpu-haas-hs-1-id16730.html>

12. Електронний ресурс: www.iscar.com

13. Справочник нормировщика-машиностроителя. Том II. Техническое нормирование станочных работ. Под редакцией Е.И.Стружестраха. – Москва, 1961. – 890с.

14. В.А. Богуслаєв, В.А. Леховицев, А.С. Смирнов «Верстатні пристрої» - Запоріжжя, ОАО «Мотор Січ» 2000г. – 461 с.

15. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков / М.А. Ансеров. – М. : Машиностроение, 1975. – 447 с.

16. Корсаков В.С. Основы проектирования приспособлений / В.С. Корсаков. – М. : Машиностроение, 1983. – 248 с.

17. Методичні рекомендації для дипломного проектування “Оцінка економічної ефективності технічних рішень” для студентів зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньої програми «Технології машинобудування» усіх форм навчання / Укл. Г.В. Пухальська - Запоріжжя: НУ«Запорізька політехніка», 2023 - 43 с.

18. <https://www.ztec.com.ua/ztec/e-lib.pdf>

ДОДАТОК А
Специфікація робочого пристосування

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №						<u>Документація</u>		
					НУЗП 29124.1.004 СБ	Складальне креслення		
						<u>Складальні одиниці</u>		
				1	НУЗП 29124.1.004.01 СБ	Пневмоциліндр 1011-200x15		
						ГОСТ 15608-81	1	
						<u>Деталі</u>		
				2	НУЗП 29124.1.004.02	Плита	1	
				3	НУЗП 29124.1.004.03	Корпус	1	
				4	НУЗП 29124.1.004.04	Втулка	1	
				5	НУЗП 29124.1.004.05	Прихват	1	
Подп. и дата				6	НУЗП 29124.1.004.06	Всь	1	
						<u>Стандартні вироби</u>		
				7		Гайка 7003-0302		
						ГОСТ 8918-69	1	
				8		Гвинт М6х20		
						ГОСТ 7048-2013	8	
				9		Гвинт М6х20		
						ГОСТ 7796-70	6	
				10		Гвинт М8х25		
						ГОСТ 7380-2015	4	
Подп. и дата					НУЗП 29124.1.004.00			
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Приспосовування для фрезерування паза Специфікація	
		Разраб.	Дубина М.М.					
		Пров.	Вишнепольський Є.В.					
		Н.контр.	Дядя С.І.					
Инв. № подл.		Утв.	Дядя С.І.					
							Лит. Лист Листов 1 2 НУЗП гр.М-112	

[illegible]

ДОДАТОК Б
Керуюча програма

```

TOOL PATH/DRILLING,TOOL,STD_DRILL
TLDATA/DRILL,MILL,10.5000,0.0000,80.0000,118.0000,35.0000
MSYS/0.0000,0.0000,0.0000,1.0000000,0.0000000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,0.0000000
$$ centerline data
PAINT/PATH
PAINT/SPEED,10
PAINT/COLOR,186
RAPID
GOTO/-20.0000,0.0000,-50.0000,1.0000000,0.0000000,0.0000000
CYCLE/DRILL,CLEAR,3.0000,FEDTO,-43.6545,RTRCTO,AUTO,MMPM,250.0000
PAINT/COLOR,31
GOTO/-51.0000,0.0000,-50.0000
CYCLE/ON,FEDTO,-20.0000,RTRCTO,AUTO
GOTO/-30.0000,-50.0000,0.0000
CYCLE/ON,FEDTO,-43.6545,RTRCTO,AUTO
GOTO/-51.0000,0.0000,50.0000
CYCLE/ON,FEDTO,-20.0000,RTRCTO,AUTO
GOTO/-30.0000,50.0000,0.0000
CYCLE/OFF
PAINT/SPEED,10
PAINT/TOOL,NOMORE
END-OF-PATH
TOOL PATH/DRILLING_1,TOOL,STD_DRILL_1
TLDATA/DRILL,MILL,30.0000,0.0000,80.0000,118.0000,35.0000
MSYS/0.0000,0.0000,0.0000,1.0000000,0.0000000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,0.0000000
$$ centerline data
PAINT/PATH
PAINT/SPEED,10
PAINT/COLOR,186
RAPID
GOTO/-20.0000,0.0000,-50.0000,1.0000000,0.0000000,0.0000000
CYCLE/DRILL,CLEAR,3.0000,FEDTO,-20.0000,RTRCTO,AUTO,MMPM,250.0000
PAINT/COLOR,31
GOTO/-30.0000,0.0000,-50.0000
GOTO/-30.0000,-50.0000,0.0000
GOTO/-30.0000,0.0000,50.0000
GOTO/-30.0000,50.0000,0.0000
CYCLE/OFF
PAINT/SPEED,10
PAINT/TOOL,NOMORE
END-OF-PATH
TOOL PATH/COUNTERSINKING,TOOL,CORE_DRILL
MSYS/0.0000,0.0000,0.0000,1.0000000,0.0000000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,0.0000000
$$ centerline data
PAINT/PATH
PAINT/SPEED,10

```

```

PAINT/COLOR,186
RAPID
GOTO/-20.0000,0.0000,-50.0000,1.0000000,0.0000000,0.0000000
CYCLE/DRILL,CSINK,CSKDIA,12.0000,TLANGL,90.0000,HOLDIA,10.5000,CLEAR,3.0000,RAPTO,2.2500,R
TRCTO,AUTO,MMPM,250.0000
PAINT/COLOR,31
GOTO/-51.0000,0.0000,-50.0000
CYCLE/DRILL,CSINK,CSKDIA,12.0000,TLANGL,90.0000,HOLDIA,6.0000,CLEAR,3.0000,RTRCTO,AUTO
GOTO/-30.0000,-50.0000,0.0000
CYCLE/DRILL,CSINK,CSKDIA,12.0000,TLANGL,90.0000,HOLDIA,10.5000,CLEAR,3.0000,RAPTO,2.2500,R
TRCTO,AUTO
GOTO/-51.0000,0.0000,50.0000
CYCLE/DRILL,CSINK,CSKDIA,12.0000,TLANGL,90.0000,HOLDIA,6.0000,CLEAR,3.0000,RTRCTO,AUTO
GOTO/-30.0000,50.0000,0.0000
CYCLE/OFF
PAINT/SPEED,10
PAINT/TOOL,NOMORE
END-OF-PATH
TOOL PATH/COUNTERSINKING_1,TOOL,COUNTER_SINK
TLDATA/DRILL,MILL,34.5000,0.0000,60.0000,90.0000,60.0000
MSYS/0.0000,0.0000,0.0000,1.0000000,0.0000000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,0.0000000
$$ centerline data
PAINT/PATH
PAINT/SPEED,10
PAINT/COLOR,186
RAPID
GOTO/-20.0000,0.0000,-50.0000,1.0000000,0.0000000,0.0000000
CYCLE/DRILL,CSINK,CSKDIA,32.0000,TLANGL,90.0000,HOLDIA,30.0000,CLEAR,3.0000,RAPTO,15.0000,
RTRCTO,AUTO,MMPM,250.0000
PAINT/COLOR,31
GOTO/-30.0000,0.0000,-50.0000
GOTO/-30.0000,-50.0000,0.0000
GOTO/-30.0000,0.0000,50.0000
GOTO/-30.0000,50.0000,0.0000
CYCLE/OFF
PAINT/SPEED,10
PAINT/TOOL,NOMORE
END-OF-PATH

```

ДОДАТОК В
Технологічні карти

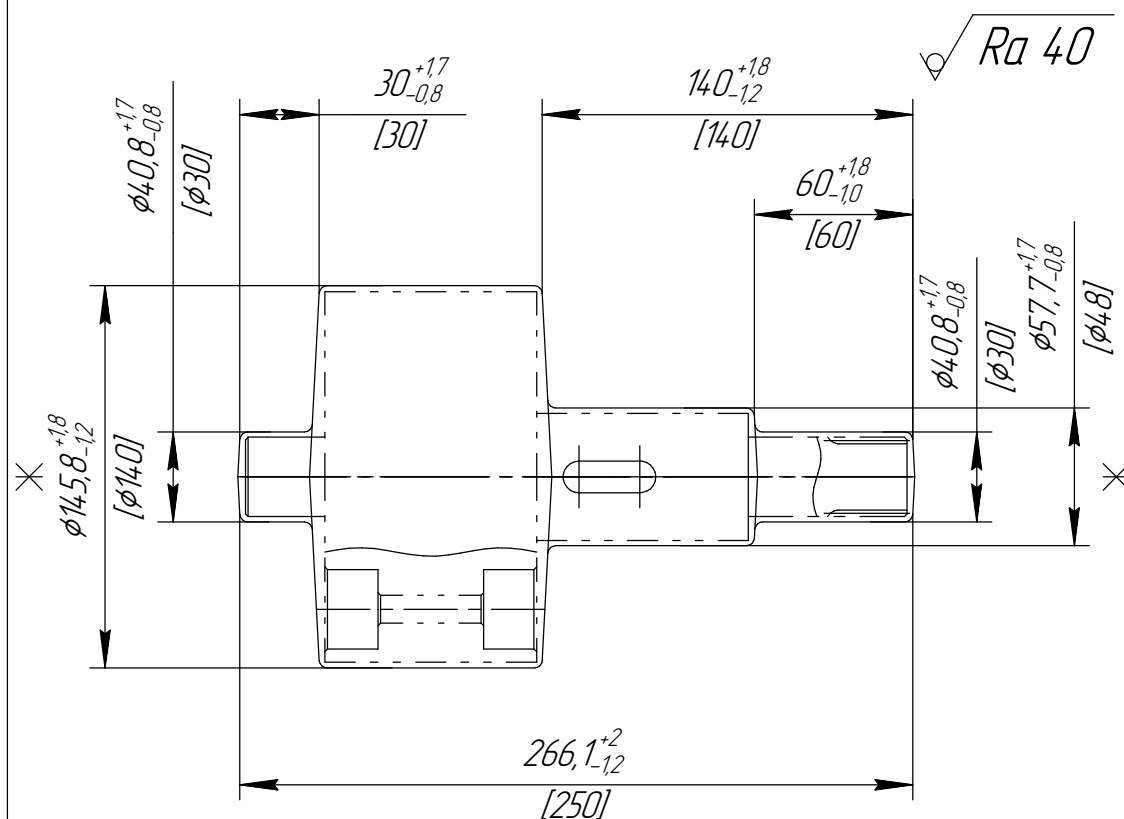
[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

						НУЗП 0214.1.004	1	1
Розроб.	Дудина М.М.			НУЗП	НУЗП 71524.1.004			
Перевірив	Вишнепольський Є.В.							
				Вал				005
Н.контр.	Дядя С.І.							



Технічні умови на заготівку				
Матеріал		Заготівка		
Найменування та марка	код	код та вид		Профіль та розміри
Сталь 45 ДСТУ 7809:2015		Штамповка ГОСТ 7505-89		Ø145,8x266,1
Технічні умови		Маркування	Твердість	Маса деталі
				10,2
Сортамент		Допустима кривизна		
		0,5 % довжини		
		0,8		
Розмір вихідного матеріалу (розмір листа, прутка)	Кільк. дет. з заготівки	Норма витрат		
		розмір листа, прутка	Маса	
Ø150x300	1			12,76

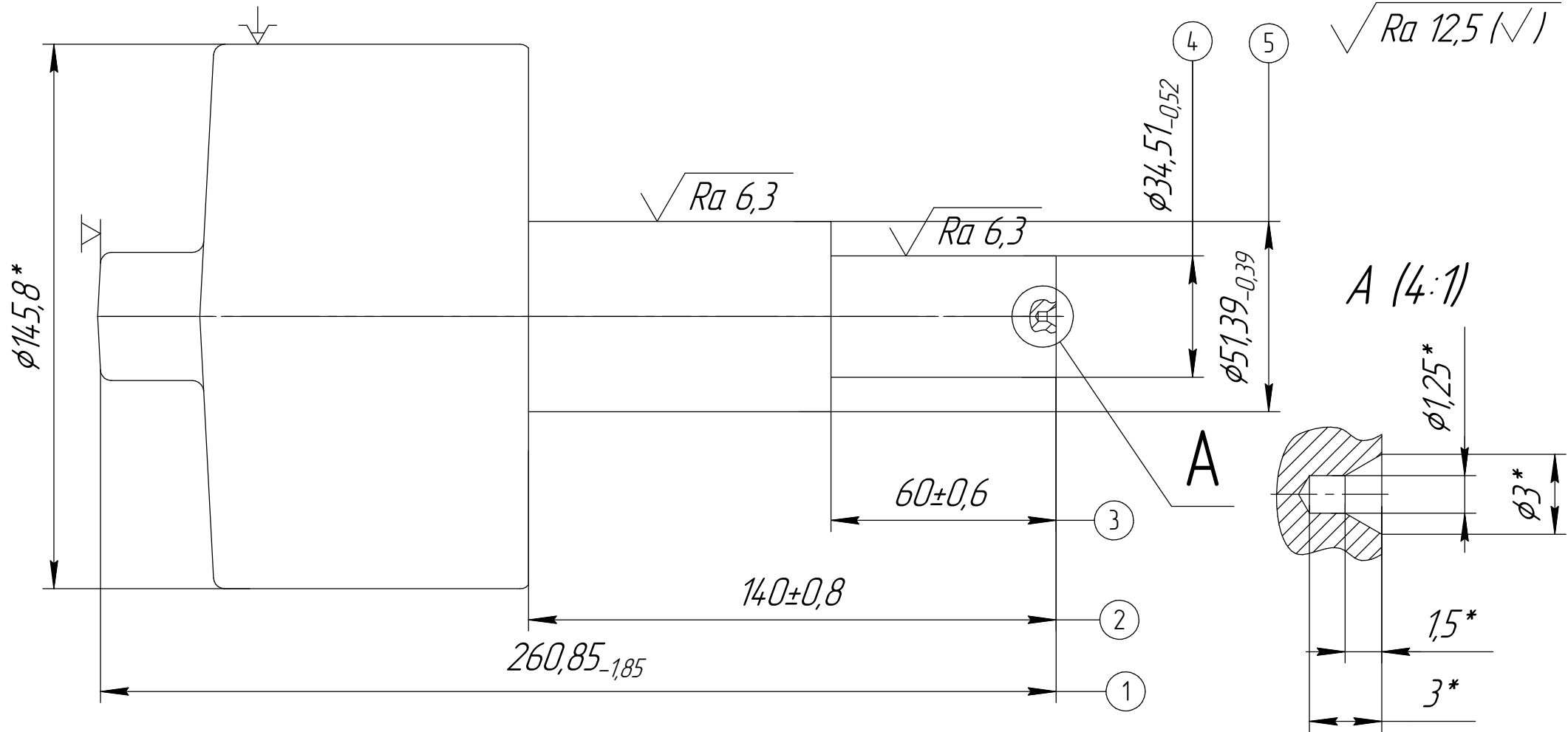
1. Заготівка – штамповка. Група контролю III по ОСТ 1 90074–72.
2. Твердість 163...179НВ.
3. Невказані радіуси округлень R3
4. Невказані штампувальні нахили 3°
5. Зміщення штампів не більше 0,5 мм

[illegible]

Дудл.			
Взам.			
Подп.			

НУЗП 0214.1.004			1	1

Розроб.	Дудина М.М.			НУЗП	НУЗП 71524.1.004		М-112.2014.1.00015		
Перевір.	Вишнепольський Є.В.								
Н. контр.	Дядя С.І.				Вал				015



* – Розміри для довідок

KE			
----	--	--	--

[illegible]

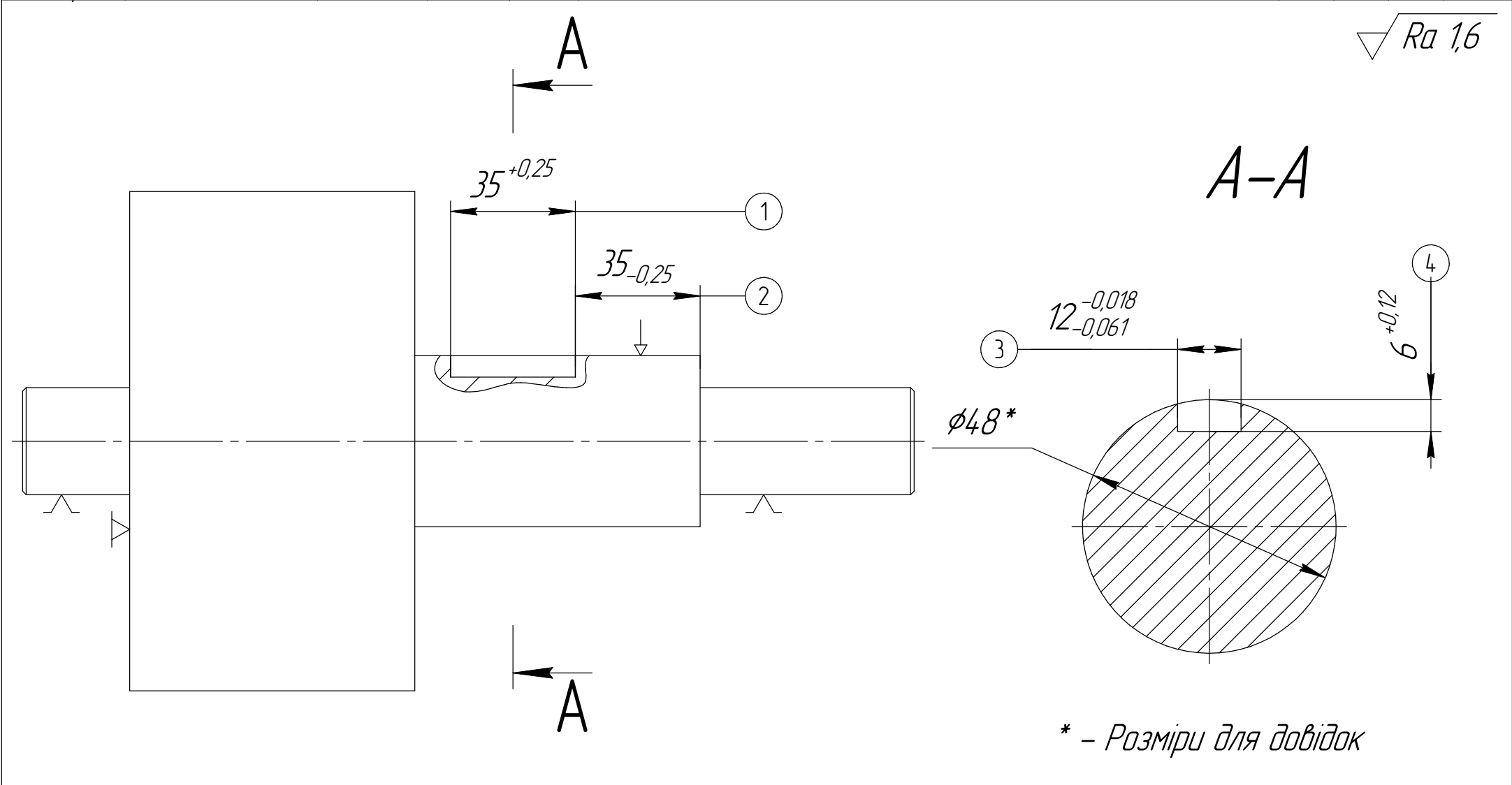
[illegible]

[illegible]

[illegible]

Дудл.			
Взам.			
Подп.			

							НУЗП 0214.1.004		1		1		
Розроб.	Дудина М.М.			НУЗП		НУЗП 71524.1.004				М-112.2014.1.00065			
Перевір.	Вишнепольський Є.В.												
Н. контр.	Дядя С.І.				Вал								065



KE			
----	--	--	--

[illegible]