

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ *Віталій ІВАНОВ*

« ____ » _____ 2021 р.

**ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ
ВТУЛКИ С400.150.010**

Бакалаврська кваліфікаційна робота
Спеціальність – 131 Прикладна механіка
(Технології машинобудування)

Студент

Дмитро САДКО

Керівник

Юлія ДЕНИСЕНКО

Нормоконтроль

Юлія ДЕНИСЕНКО

Суми – 2021

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра: 71 с., 11 рис., 6 табл., 17 джерел.

Виконано аналіз службового призначення машини, вузла, деталей. Проаналізовано технічні вимоги на виготовлення деталей, заводський технологічний процес. Визначено тип виробництва, такт випуску і партія запуску. Виконано, аналіз методів отримання заготовки, розроблено структуру механічної операції технологічного процесу виготовлення деталі, призначені технічно обгрунтовані режими різання і норми часу, обгрунтовано застосування засобів технічного оснащення і устаткування, розроблено конструкцію верстатного пристрою з механізованими приводом.

Метою роботи є підвищення ефективності технологічного процесу виготовлення деталі вал за рахунок впровадження сучасного технологічного оснащення, здатного забезпечити якісну обробку заготовок

Об'єкт розробки - технологічний процес виготовлення деталі «Втулка» С400.150.010.

Предмет розробки – операції технологічного процесу механічної обробки деталі «Втулка».

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ТЕХНОЛОГІЧНА ОПЕРАЦІЯ, ЗАГОТОВКА, РЕЖИМ РІЗАННЯ, ІНСТРУМЕНТ

ЗМІСТ

ВСТУП.	4
1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА, ДЕТАЛІ. ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ І УМОВ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ	5
1.1 Службове призначення виробу	5
1.2 Службове призначення деталі	6
2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ	9
3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА І ЙОГО ХАРАКТЕРИСТИКА	12
3.1 Визначення річної програми випуску деталей	12
3.2 Визначення типу виробництва	12
3.3 Визначення форми організації виробництва	15
3.4 Визначення такту випуску	15
3.5 Визначення партії запуску	16
3.6 Характеристика обраного типу виробництва	16
4 АНАЛІЗ ДЕТАЛІ НА ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ	17
5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ	19
6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	27
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку поверхонь	27
6.2 Вибір і обґрунтування схем базування і закріплення	28
6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів.....	31
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристосувань і іншого технологічного оснащення	33
6.5 Розрахунок режимів різання.....	35
6.6 Технічне нормування операцій	40
7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ОПЕРАЦІЇ №015 «ТОКАРНА З ЧПК»	44

ТМ.17510053.ПЗ				
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Садко		
Перевір.		Денисенко		
Н. Контр.		Денисенко		
Затверд.		Іванов		
<i>Аналіз операції технологічного процесу виготовлення втулки</i> <i>S400.150.010</i>				
		Літ.	Аркуш	Аркушів
		2	2	71
СумДУ, гр. ТМ-71				

ВСТУП.

Провідне місце в рості економіки країни належить галузям машинобудування, які забезпечують матеріальну основу технічного прогресу всіх галузей народного господарства.

В даний час, у зв'язку з бурхливим розвитком науково-технічного прогресу, підвищуються вимоги до обсягу виробництва і технології його виробництва. Так, істотно підвищилися вимоги до фізико-хімічним складом поверхневого шару металу деталей машин, їх експлуатаційними властивостями і надійності роботи машин.

Науково-технічний прогрес вимагає від технології машинобудування створення маловідходних технологій виготовлення деталей машин; оптимізації технологічного процесу по досягається точності, продуктивності та економічності виготовлення; а також створення систем автоматизованого управління ходом технологічного процесу.

					ТМ.17510053.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА, ДЕТАЛІ. ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ І УМОВ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

1.1 Службове призначення виробу

Агрегат електронасосний ЦН 150-90 призначений для подачі живильної або знесоленої води в парогенератори в режимах обезточування та інших аварійних режимах, а також в режимах розхолодження блоку АЕС з реактором ВВЕР-1000.

Позначення насоса ЦН 150-90 розшифровується так:

ЦН - відцентровий насос з приводом від електродвигуна;

150 - подача води, м³/год;

90 - тиск насоса, кгс/см².

Насос живильний ЦН 150-90 - відцентровий, горизонтальний, секційний, однокорпусний, семиступінчастий, з гідравлічною п'ятою, підшипниками ковзання з кільцевим мастилом і кінцевими ущільненнями сальникового типу.

Корпус насоса складається з набору секцій, вхідний і напірної кришок, які центруються між собою на заточуваннях і стягуються спільно шпильками. Корпус насоса встановлюють на плиті. Секції виконуються з хромової сталі. У сти-ках встановлені направляючі кільця ущільнювачів з теплостійкою гуми.

Ротор насоса складається з вала, робочих коліс, розвантажувального диска, деталей захисту, ущільнення і кріплення. Опорами ротора служать підшипники ковзання з кільцевим мастилом.

Для обмеження осьових переміщень ротора в сторону напірної кришки на задньому підшипнику встановлений упор з візуальним покажчиком осьового зсуву.

Насос приводиться в обертання двигуном через зубчасту муфту.

Напрямок обертання ротора насоса - за годинниковою стрілкою, якщо дивитися з боку приводу і вказано стрілкою на напірної кришці.

					ТМ.17510053.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		5

Рідина в насос надходить через вхідний патрубок, послідовно проходить всі ступені і через напірний патрубок поступає в напірний трубопровід. В якості приводу живильного насоса застосовують асинхронний трифазний двигун з короткозамкненим ротором.

Агрегат повинен сприймати сейсмічні впливи відповідно до прикладеним спектром відповідей і навантаження на патрубки насоса.

Використання агрегату у вибухонебезпечних і пожежонебезпечних виробництвах не допускається. Агрегат повинен бути забезпечений системою автоматики, що забезпечує його управління з блоку щита станції.

1.2 Службове призначення деталі

Деталь «Втулка» є деталлю циліндричної форми, з внутрішнім конусом і зовнішнім зубчастим вінцем. Вона служить для з'єднання валів через зубчасту обойму і передачі обертального моменту без зміни його величини.

На ряду з кінематичною і силовий зв'язком окремих частин агрегату, зубчаста муфта забезпечує:

- роботу з'єднуються валів при зсувах їх осей, які виникають в результаті неточностей монтажу або деформацій деталей;
- поліпшення динамічних характеристик приводу, тобто пом'якшення при роботі виникають поштовхів і ударів;
- запобігання частин машин від впливу перевантажень;
- швидке з'єднанні, роз'єднання валів і інших деталей на ходу або в нерухомому стані;
- регулювання переданого моменту в залежності від кутової швидкості;
- передачу моменту тільки в одному напрямку;
- забезпечення пуску машини.

Умови експлуатації:

Максимальна частота обертання 2979 об/хв.

Максимальний крутний момент 450 кг·см

					ТМ.17510053.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		6

Таблиця 1.1 - Таблиця відповідності.

номер зв'язку	Ступінь свободи	вид бази
1, 2, 3, 4, 5	I, II, III, V, VI	Подвійна напрямна + опорна база
6	IV	опорна база

Таблиця 1.2 - Матриця зв'язків.

	x	Y	z	база
1	1	1	1	ДН + ОБ
α	0	1	1	
1	0	0	0	ОБ
α	1	0	0	
1	1	1	1	сума
α	1	1	1	

Допоміжні конструкторські бази (що визначають положення приєднуються деталей по відношенню до заданих): поверхня 2 визначає положення ущільнюючого кільця, поверхня 10 визначає положення обойми зубчастої.

До виконавчих відноситься поверхню 10 (зубчастий вінець), що виконує службове призначення деталі (передає обертання).

До вільних поверхонь відносяться інші поверхні. Їх службовим призначенням є об'єднання базових і виконавчих поверхонь в єдину деталь і формування оптимальної конфігурації деталі, що забезпечує якісне роботу деталі.

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ

ДЕТАЛІ

Креслення втулки містить всі необхідні відомості (види, розміри, параметри шорсткості, допустимі відхилення) для виявлення виду деталі і умов її обробки. Креслення виконаний відповідно до вимог ГОСТів Єдиної Системи Конструкторської Документації.

До деталей ставляться такі технологічні вимоги: з метою підвищення механічних властивостей і зняття внутрішніх напружень після заготівельної операції деталь піддається нормалізації. Нормалізація викликає повну фазову перекристалізації стали і усуває грубозернисту структуру, отриману при штампуванні, з метою підвищення міцності. Нормалізація - нагрівання $t_n = 420 - 460^\circ\text{C}$ (вище критичної точки), витримка 1 - 1,5 години і охолодження на повітрі.

Характеристика поверхонь.

Поверхня 1 - зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 125-0,025$. Точність розміру конструктором призначена по шостому квалітету. Така висока точність необхідна для забезпечення точного вивірювання по цій поверхні, що сполучається втулки, що забезпечує співвісність електродвигуна і насоса. Допуск радіального биття зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 125h6$ щодо поверхні E 0,05 мм. Шорсткість поверхні призначена конструктором $Ra = 1,6$ мкм.

Поверхня 2 - зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 130h8$. Точність виконання даного розміру по восьмому квалітету необхідна для забезпечення якісного ущільнення стику втулки і кільця, що забезпечує герметизацію внутрішніх порожнин виробу та захисту їх від попадання пилу і інших небажаних елементів. Допуск радіального биття зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 130h8$ щодо поверхні B 0,05 мм. Шорсткість поверхні призначена конструктором $Ra = 1,6$ мкм.

Поверхня 5 - конусний отвір $\varnothing 69,5 / \varnothing 59,5$ виконується за одинадцятим квалітету точності. Призначеного рівня точності досить для досягнення якісного з'єднання втулки з валом. Відсутність зазору в з'єднанні і точність центрування

					ТМ.17510053.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		9

втулки на валу забезпечується конусністю сполучених поверхонь. Шорсткість поверхні призначена конструктором $Ra = 1,6$ мкм.

Поверхня 8 - шпонкові паз (шириною в 20 мм) - вступає в контакт зі шпонкою крутного вала, яка передає обертальні рухи втулці. Шпонковий паз має шорсткість 3,2 мкм за критерієм Ra і допуск симетричності 0,05 мм для більш точної і щільної посадки шпонки, що дозволяє більш рівномірно розподілити навантаження на з'єднання і, як наслідок, збільшити його довговічність.

Поверхня 15 - сфера вершин зубів зубчастого вінця $\varnothing 150-0,025$ мм. Точність розміру конструктором призначена по шостому квалитету точності. Висока точність цього розміру необхідна для обоюдоточного зачеплення зубів втулки і обойми, для запобігання в процесі експлуатації їх розбивки. Шорсткість поверхні призначена конструктором $Ra = 1,6$ мкм.

Поверхні 16, 18, 19, 20 - фаски. Їх розміри є вільними. Призначена конструктором точність по 14-му квалитету є достатньою для виконання поверхнями їх службового призначення. У той же час, параметр шорсткості для цих поверхонь не вказано, а загальна шорсткість для деталі призначена конструктором рівній 1,6 мкм за критерієм Ra . Дана вимога є завищеними і ускладнює технологічний процес. Тому вважаємо за доцільне послабити вимога до шорсткості, призначивши її рівною 6,3 мкм по Ra .

Решта поверхні є вільними, неспряжуваних і не виконують будь-якої службової функції, тому їх точність призначена по 14 квалитету. Для деяких з вільних поверхонь шорсткість параметр шорсткості призначений $Ra = 6,3$ мкм, що відповідає їхньому службовому призначенням і не викликає яких-небудь технологічних труднощів при виготовленні деталі. У той же час, для деяких вільних поверхонь (наприклад, поверхні 4, 3 і ряд інших) параметр шорсткості спеціально не обмовляється, а загальна шорсткість для деталі призначена конструктором рівній 1,6 мкм за критерієм Ra . Дана вимога є завищеними і ускладнює технологічний процес. Тому вважаємо за доцільне послабити вимога до шорсткості, призначивши її рівною 6,3 мкм по Ra .

						ТМ.17510053.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата			10

Аналізуючи технічні вимоги до деталі, робимо висновок, що в більшості випадків вони призначені грамотно і відповідають службове призначення деталі. Винятком є вибір параметра для вказівки загальної шорсткості деталь. Цей параметр необхідно було призначити за вимогами для вільних поверхонь рівним 6,3 мкм за критерієм Ra. Однак конструктор призначив його рівним 1,6 мкм, що відповідає шорсткості службових поверхонь. В результаті завищеними виявилися вимоги до деяких з вільних поверхонь, для яких шорсткість була спеціально обговорена.

					ТМ.17510053.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА І ЙОГО ХАРАКТЕРИСТИКА

Визначаємо тип виробництва даного виробу розрахунковим способом на підставі значення коефіцієнта закріплення операцій $K_{з.о.}$, за методикою [1]. В якості вихідних даних використовується обсяг випуску виробів 500 шт. і трудомісткість операцій механічної обробки по заводському технологічному процесу.

Для визначення типу виробництва застосовуємо розрахунковий метод, відповідно до методики [2], що встановлено по ДСТ 14.004-83. Тип виробництва визначається.

3.1 Визначення річної програми випуску деталей

Розрахункова програма випуску деталей за рік:

$$N_p = N \cdot m + \beta = 500 \cdot 1 + 0 = 500, \quad (3.1)$$

де $N = 500$ шт - річна програма випуску машин АВЗ-180;

$m = 1$ шт – необхідна кількість деталей в одній машині;

$\beta = 0$ – прийнята кількість запчастин.

3.2 Визначення типу виробництва

Тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операцій $K_{з.о.}$, який показує відношення усіх різних технологічних операцій, що виконуються або підлягають виконанню впродовж місяця до числа робочих місць.

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P}, \quad (3.2)$$

де $\sum O$ - сумарна кількість механічних операцій технологічного процесу;

$\sum P$ - кількість робочих місць, що задіяні в виконанні технологічних операцій.

Норму штучно-калькуляційного часу отримуємо з базового технологічного процесу та заносимо до табл. 3.1.

					ТМ.17510053.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		12

Всього в базовому технологічному процесі маємо 9 механічних операцій з наступною трудомісткістю:

- 1) «Токарно-гвинторізна» - 12,5 хв;
- 2) «Токарно-гвинторізна» - 9,8 хв;
- 3) «Токарно-гвинторізна» - 7,9 хв;
- 4) «Токарно-гвинторізна» - 6,1 хв;
- 5) «Протяжна» - 7,4 хв;
- 6) «Свердлильна» - 11,3 хв;
- 7) «Зубофрезерна» - 33,4 хв.

Розрахуємо необхідну кількість верстатів на операціях техпроцесу:

$$m_p = \frac{N_p \cdot T_{шт-к}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н}}, \quad (3.3)$$

де $F_d = 4015$ год. - дійсний річний фонд часу роботи обладнання [2];

$\eta_{з.н} = 0,77$ – нормативне значення середнього коефіцієнту завантаження обладнання [2].

Наприклад, для операції №005 «Токарно-гвинторізна» розраховуємо необхідну кількість верстатів, що становить:

$$m_p = \frac{500 \cdot 12,5}{60 \cdot 4015 \cdot 0,77} = 0,034 \text{ шт.}$$

Розрахункову кількість робочих місць P для технологічного процесу визначаємо округленням в більший бік до цілого числа: $P=1$. Отримані значення для всіх операцій механічної обробки технологічного процесу зведено до табл. 3.1.

Визначаємо фактичний коефіцієнт завантаження робочого місця для операції №005 «Токарно-гвинторізна» за формулою:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{m_p}{P} = \frac{0,03}{1} = 0,03. \quad (3.4)$$

Отримані значення по всіх інших операціях також зведено до табл. 3.1.

					ТМ.17510053.ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Розраховуємо кількість операцій, що виконуються на робочому місці

$$O = \frac{\eta_{з.н.ср.}}{\eta_{з.ф.}} = \frac{0,77}{0,03} = 24 . \quad (3.5)$$

Результати розрахунків для інших механічних операцій представимо в таблиці 3.1.

Визначуваний ΣP , ΣO , $\Sigma T_{ш-к}$ і результати розрахунків заноситься в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 - Визначення типу виробництва

Номер операції	Найменування операції	$T_{ш-к}$, хв	m_p , шт	P , шт	$\eta_{з.ф.}$	O , шт
1	Токарно-гвинторізна	12,5	0,034	1	0,034	22,6
2	Токарно-гвинторізна	9,8	0,026	1	0,026	29,6
3	Токарно-гвинторізна	7,9	0,021	1	0,021	36,7
4	Токарно-гвинторізна	6,1	0,016	1	0,016	48,1
5	Протяжна	7,4	0,020	1	0,020	38,5
6	Свердлильна	11,3	0,030	1	0,030	25,7
7	Зубофрезерна	33,4	0,090	1	0,090	8,6
	Разом	88,4	–	7	–	209,8

Коефіцієнт закріплення операцій визначуваний по формулі:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{209,8}{7} = 29,97 \quad (3.6)$$

Отримане значення коефіцієнта ($20 < K_{з.о.} < 40$) відповідає дрібносерійному типу виробництва [2, с. 19].

										Арк.
										14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ.17510053.ПЗ					

3.3 Визначення форми організації виробництва

Добовий випуск деталей, шт/добу:

$$N_{\text{доб}} = \frac{N_p}{c} = \frac{500}{250} = 2. \quad (3.7)$$

де $c = 250$ дні – фактична кількість робочих днів в році [2].

Фонд часу роботи обладнання на добу, хв.:

$$F_{\text{доб}} = \frac{60 \cdot F_d}{250} = \frac{60 \cdot 4015}{250} = 964. \quad (3.9)$$

Розраховуємо середню трудомісткість кожної механічної операції, хв.:

$$T_{\text{сер}} = \frac{\sum T_{\text{ум-к}}}{n} = \frac{88,4}{7} = 12,63, \quad (3.10)$$

де n – прийнята кількість операцій, $n = 7$.

Визначаємо добову продуктивність потокової лінії за умови її завантаженні на 60% від технологічних можливостей:

$$Q_{\text{сут}} = \frac{F_{\text{сут}}}{T_{\text{сп}}} \cdot 0,6 = \frac{964}{12,63} \cdot 0,6 = 76,33. \quad (3.11)$$

Якщо виконати порівняння: $N_{\text{доб}} = 0,784 < Q_{\text{доб}} = 76,33$, то можна побачити, що необхідний випуск деталей на добу менше розрахованої продуктивності потокової лінії. Тому застосування одно номенклатурної потокової лінії є економічно недоцільним. Виробництво організовується за груповою формою.

3.4 Визначення такту випуску

Для визначення такту випуску деталей використовуємо формулу [2]:

$$\tau = \frac{60 \cdot F_{\text{год}}}{N_{\text{год}}} = \frac{60 \cdot 4015}{500} = 481,8, \text{ хв} \quad (3.12)$$

					ТМ.17510053.ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.5 Визначення партії запуску

$$N_{\text{пар.р.}} = N_{\text{сут}} \cdot a = 2 \cdot 10 = 20, \quad (3.13)$$

де $a = 10$ днів – прийнята періодичність запуску партії деталей у виробництво щодва тижні [2, с. 23].

3.6 Характеристика обраного типу виробництва

Дрібносерійний тип виробництва характеризується обмеженою номенклатурою виробів, що випускаються дрібними партіями або серіями, систематично не повторюються. Дане виробництво наближається за своїми технологічними особливостями до одиничного типу. Організаційна форма - стаціонарна непотокове збірка без розчленування робіт і з розчленуванням.

У дрібносерійному виробництві коефіцієнт закріплення операцій лежить в межах 20-40, який визначається відношенням числа всіх різних операцій, виконуваних або підлягають виконанню протягом місяця, до числа робочих місць.

При дрібносерійного виробництва використовується переважно універсальне обладнання (з розташуванням його в цехах за типами верстатів), універсальний робочий і вимірювальний інструмент. Необхідна точність досягається методом пробних робочих ходів і промірів.

Середня кваліфікація робітників вище, ніж в масовому виробництві, але нижче ніж в одиничному.

Серійне виробництво є основним типом сучасного машинобудівного виробництва, і підприємствами цього типу випускається в даний час 75-80% всієї продукції машинобудування.

					ТМ.17510053.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

4 АНАЛІЗ ДЕТАЛІ НА ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ

Якщо розглядати конструкцію деталі по геометричній формі, то вона технологічна, тому що деталь є тілом обертання і тому її можна обробляти на верстатах токарної групи. Оброблювані поверхні деталі прості, тобто являють собою площині, внутрішні і зовнішні поверхні обертання, утворення яких не вимагає складних формотворчих рухів, за винятком зубчастого вінця. У деталі є зручні, досить розвинені поверхні для базування і закріплення на верстаті при обробці.

До нетехнологічним елементам конструкції деталі можна віднести високу точність розмірів ряду поверхонь (6 квалітет), проте, така точність необхідна для забезпечення виконання деталлю службового призначення.

Також, нетехнологічним є завищені вимоги до ряду сво-Бодня поверхонь за величиною максимальної шорсткості, яке становить $Ra = 1,6$ мкм. Таке високе вимога до шорсткості не визначається службовим призначенням поверхонь і призводить до необхідності виконання додаткових операцій механічної обробки, що ускладнює технологічний процес. В результаті собівартість обробки зростає. Вважаємо, що доцільним є призначення шорсткості $Ra = 6,3$ мкм.

Деталь втулка виготовляється з високоякісної конструкційної вуглецевої низьколегованої сталі 38ХА.

Хімічний склад сталі 38ХА наведено в таблиці 4.1, а її механічно-ські властивості в таблиці 4.2.

Таблиця 4.1 - Хімічний склад сталі 38ХА,% (ГОСТ 4543-71)

С	Si	Mn	Cr	P	S	Cu	Ni
				не более			
0,35-0,42	0,17-0,37	0,5-0,8	0,8-1,1	0,025	0,025	0,3	0,3

Температура кування, °С: початку - 1240, кінця - 780.

Зварюваність - важкозварювана, рекомендується зварювання плавленням з попереднім підігрівом і наступною термообробкою.

					ТМ.17510053.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		17

Тому вибираємо дешевший спосіб отримання заготовки, одержуваної на кривошипному горячештамповочних пресі (КГШП). Даному виду штампування характерні припуски на сторону 0,5-9 мм, штампувальні ухили 30-70, досяжна точність 13-14 квалітети, шорсткість поверхонь $Rz = 160-20$ мкм. Маса заготовки 0,1-1000 кг. Тип виробництва серійний, масовий. Устаткування - КГШП з енергією падаючих частин 1-31,5 МН, штампування у відкритих і закритих штампах.[3] с.138 таблиця 21.

Штампування на кривошипних горячештамповочних пресах (КГШП) - поширена в великосерійному, масовому виробництві, поковок складної форми масою до кількох сотень кілограмів. Вони відрізняються більш високою вартістю, але пристосовані для висококомеханізованого і автоматизованого виробництва поковок, допускають ексцентричне розташування струмків в штампі, забезпечені нижнім і верхнім виштовхувачами.

При штампуванні на КГШП отримують поковки, ближчі за формою до готової деталі, з більш точними розмірами (особливо по висоті). Більш досконала конструкція штампів забезпечує зменшення припусків (на 20 ... 30%) напусків, штампувальних ухилів (в 2-3 рази), допусків і як наслідок - збільшення коефіцієнта використання металу. До числа недоліків КГШП відносяться їх висока вартість, менша універсальність, найгірше заповнення глибоких порожнин через малій швидкості деформації, більш складна конструкція, регулювання та експлуатація штампів.

З аналізу креслення деталі видно, що заготовка повинна виконуватися куванням або штампуванням, тому що матеріалом заготовки є сталь 38ХА (не застосовується для лиття) і в технічних вимогах також зазначена група поковки по ГОСТ 8479-71. Річна програма випуску деталей 500 шт, що відповідає дрібносерійного типу виробництва.

Для заданих умов найбільш раціональним є штампування на кривошипних горячештамповочних пресах (КГШП)

					ТМ.17510053.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		20

Процес кування складається з декількох етапів: нагрівання металу, виконання ковальської операції; первинна термообробка (отжиг, нормалізація) для зняття залишкових напруг.

При куванні в підкладних штампах параметр шорсткості поверхні поковок $Rz = 240-160$ мкм. У відкритих і закритих штампах можна отримувати поковки щодо складної форми, без напусків, із застосуванням припусків і допусків на 15-20% нижче, ніж при куванні універсальними інструментами.

Ескіз заготовки представлений на рисунку 5.1.

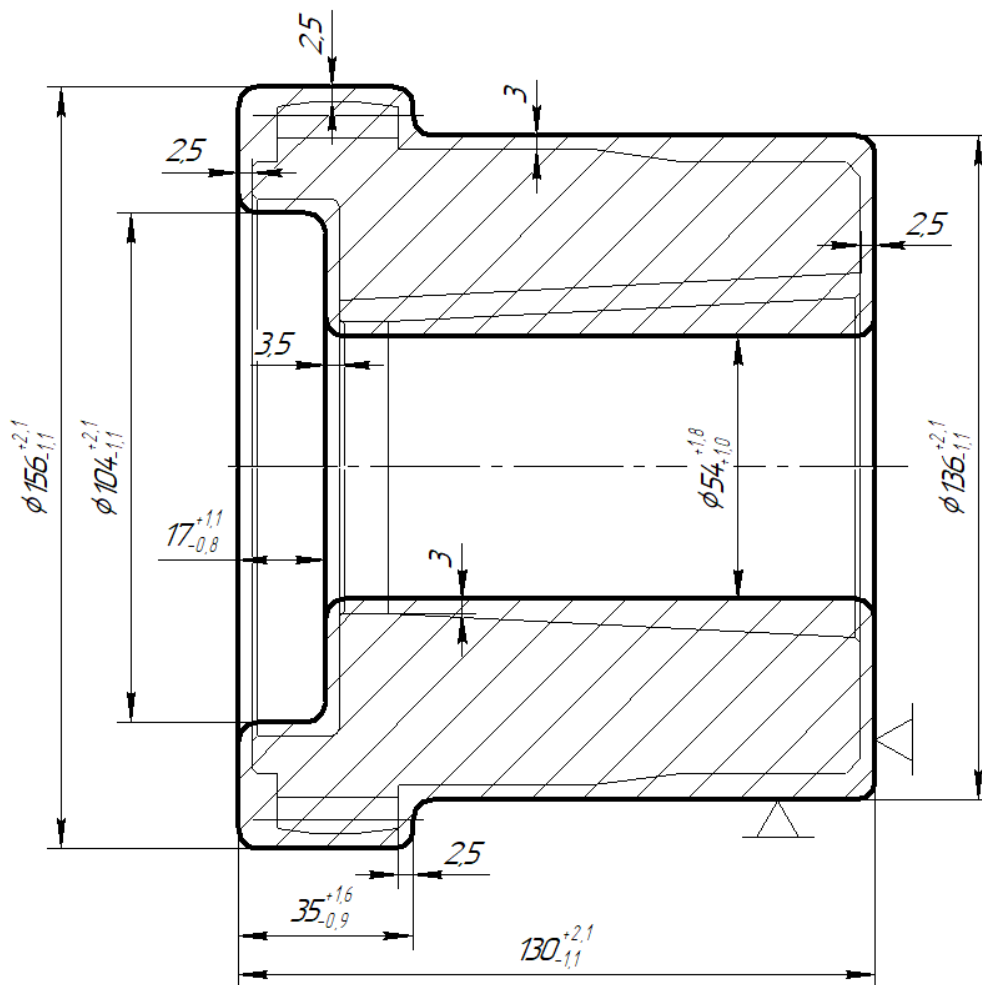


Рисунок 5.1 - Ескіз штамповки

Для спрощення конфігурації заготовки призначаємо напуски на наступні елементи деталі:

1. уступ $\phi 125 / \phi 150$ шириною 5 мм (поверхні 1, 9);
2. Конусне внутрішній отвір виконуємо в формі циліндра;

					ТМ.17510053.ПЗ	Арк. 21
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

3. циліндричну поверхню $\varnothing 125$ (поверхню 3) до $\varnothing 130$ мм;

На підставі вимог ГОСТ 7505-89 призначимо припуски на пропоновану заготовку.

1. Вихідні дані: обладнання - КГШП;

матеріал - сталь 38ХА;

маса деталі - 8,86 кг.

2. Вихідні дані для розрахунку.

2.1. Маса поковки (розрахункова):

$$G_{\text{пр}} = M_{\text{д}} \cdot K_{\text{р}} = 8,86 \cdot 1,6 = 14,18 \text{ кг}, \quad (5.1)$$

де $K_{\text{р}}$ - коефіцієнт для визначення орієнтовної маси заготовки [5] с. 31, таблиця 20.

2.2. Клас точності Т4. [5] с.28, таблиця 19.

2.3. Група стали М2. [5] с.8, таблиця 1 - сталь з масовою часткою вуглецю близько 0,35 ... 0,4% і сумарною масовою часткою легуючих елементів 2%.

Ступінь складності визначається шляхом обчислення відношення маси (обсягу) поковки до маси (обсягу) геометричної фігури, в яку вписується форма поковки:

Маса фігури (розрахункова):

$$G_{\text{ф}} = \pi \cdot r^2 \cdot h \cdot \rho = 3,14 \cdot 7,52 \cdot 12,5 \cdot 7,8 = 17,2 \text{ кг}, \quad (5.2)$$

де r -радіус деталі $r = 7,5$ см;

h - довжина деталі $h = 12,5$ см;

$$C = G_{\text{п}} / G_{\text{ф}} = 14,8 / 17,2 = 0,86, \quad (5.3)$$

що відповідає: $0,63 \leq C < 1$ [5] с.30. Таким чином, ступінь складності поковки С1.

2.5 Конфігурація поверхні рознімання штампа плоска П.

2.6 Вихідний індекс 14.

					ТМ.17510053.ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виходячи з цього, визначаємо припуски і допуски на розміри заготовки і заносимо їх в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1- Розміри поковки і допустимі відхилення

№ п / п	Розмір деталі, мм	Припуск, мм	Розрахунковий розмір загото- вки	Прийнятий роз- мір заготовки	Відхи- лення
1	Ø150h6	2·(2,3+0,4+0,4)	Ø156,2	Ø156	+2,1 -1,1
2	Ø130h8	2·(2,3+0,4+0,4)	Ø136,2	Ø136	+2,1 -1,1
3	Ø110H14	2·(2,3+0,4+0,4)	Ø103,8	Ø104	+1,1 -2,1
4	Ø59,5H14	2·(2,0+0,4+0,4)	Ø53,9	Ø54	+1,0 -1,8
5	125Js14	2·(2,3+0,4+0,4)	131,2	131	+2,1 -1,1
6	(25 + 5) Js14	2·(1,8+0,4+0,4)	35,2	35	+1,6 -0,9
7	107Js14	2·(2,0+0,4+0,4)	113,2	113	+2,1 -1,1

2.7 Основні припуски на розміри: [5] с.12-13, таблиця 3

діаметр Ø150h6 мм, Ra1,6 - припуск на сторону 2,3 мм;

діаметр Ø130h8 мм, Ra1,6 - припуск на сторону 2,3 мм;

діаметр Ø110H14 мм, Ra6,3 - припуск на сторону 2,3 мм;

діаметр Ø59,5H14 мм, Ra1,6 - припуск на сторону 2,0 мм;

довжина 125Js14 мм, Ra1,6 - припуск на сторону 2,3 мм;

довжина (25 + 5) Js14 мм, Ra6,3 - припуск на сторону 1,8 мм;

					ТМ.17510053.ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

довжина 107Js14 мм, Ra6,3 - припуск на сторону 2,3 мм.

2.8 Додаткові припуски, що враховують:

- зміщення по поверхні рознімання штампа - 0,4 мм
- відхилення від площинності - 0,4 мм [55] с.14, таблиця 4-5.

2.9 Штампувальний ухил:

- по зовнішній поверхні - 5°,
- по внутрішній поверхні - 7°.

Радіус заокруглення зовнішніх кутів - 2,0 мм (мінімальний), приймаємо - 3,0 мм [55] с.15, таблиця 7.

Допуск розмірів, не зазначених на кресленні поковки, приймається рівним 1,5 допуску відповідного розміру поковки з рівними відхиленнями, що допускаються [6] с.16.

2.10 Незазначені допуски радіусів закруглення - 1,0 мм.

2.11 допускається величина залишкового облою - 1,2 мм.

2.12 Допустиме відхилення від площинності - 1,0 мм.

2.13 Допускається відхилення від концентричності пробитого отвору щодо зовнішнього контуру поковки - 1,5 мм. [55] с.23, таблиця 12

2.14 Допустиме зміщення по поверхні рознімання штампа - 1,0 мм.

2.15 допускається величина висоти задирки не більше - 0,5 мм.

Проведемо розрахунок собівартості отримання заготовки шпампанням на КГШП. Для цього використовуємо формулу [1]:

$$S_{заг} = (C_i / 1000 \cdot Q \cdot k_t \cdot k_c \cdot k_v \cdot k_m \cdot k_n) - (Q - q) \cdot S_{отх} / 1000, \quad (5.4)$$

де $C_i = 51000$ грн - базова вартість 1 тони заготовок;

k_t, k_c, k_v, k_m, k_n - коефіцієнти, що залежать від класу точності, групи складності, маси, марки матеріалу і обсягу виробництва заготовок;

Q - маса заготовки;

q - маса готової деталі;

$S_{отх} = 5900$ грн - ціна однієї тони відходів;

k_t - коефіцієнт нормальної точності, $k_t = 1$ по ГОСТ 7505-89;

					ТМ.17510053.ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

тони заготовок штампуванням на КГШП і куванням на молотах приблизно рівні [1]. Ескіз кованої заготовки наведено на рисунку 5.2.

Таким чином, в якості заготовки використовується штампування на КГШП, що дозволяє забезпечити мінімальні припуски на мехобробка і знизити її трудомісткість.

					ТМ.17510053.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

зуби більшого модуля. Тому у нього більш потужний двигун. Крім того, цей верстат має і великі габаритні розміри, що призводить до збільшення його вартості і здорожує експлуатацію.

З огляду на все вище сказане, для операції вибираємо верстат моделі 5К310.

Коротка технічна характеристика верстата:

1) Найбільший діаметр оброблюваної заготовки, мм	200
2) Найбільший нарізати модуль коліс, мм	4
3) Частота обертання шпинделя, об/хв	63 - 400
4) Подача вертикальна, мм/об	0,63 - 4
5) Найбільший діаметр встановлюваного інструменту, мм	125
6) Потужність електродвигуна приводу шпинделя, кВт	4

Обрана модель металорізального обладнання відповідає зазначеним вище вимогам і дозволяє реалізувати вдосконалену структуру операції.

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристосувань і іншого технологічного оснащення

Операція №015 «Токарна з ЧПК»

При обробці заготовка закріплюється в стандартному універсальному трикулачковому патроні. Для реалізації запропонованої схеми базування можна використовувати аналогічний трикулачковий самоцетруючий патрон.

Позначення Патрон 7102-0071-2-1 ГОСТ 2351-80.

При обґрунтуванні необхідності застосування механізованого приводу необхідно виконати проектування трикулачкового патрона з гідравлічним або пневматичним приводом.

Використання для чорнової і напівчистої обробки втулки з обох сторін однотипних верстатних пристосувань дозволить сконцентрувати зазначену обробку на одній операції.

Для забезпечення високої ефективності використання інструменту застосовуються токарні різці з механічним кріпленням багатогранних

					ТМ.17510053.ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Як металорізального інструменту в базовому технологічному процесі використовується стандартна червячна однозаходная фреза діаметром 80 мм довжиною 112 мм, цільна, з швидкорізальної сталі Р6М5. Клас точності фрези - АА. Використовуваний інструмент дозволяє виконати розроблену структуру операції з високою продуктивністю і необхідною точністю. Позначення фрези: Фреза 2537-0162 АА Р6М5 ГОСТ 9324-80.

Для установки фрези в шпindelь верстата використовуємо в якості допоміжного інструменту оправлення для насадних торцевих фрез, центруємих по отвору. Позначення: Оправлення 6222-0099 ГОСТ 26541-85.

Міряльний інструмент на розглянутій операції не використовується, так як контроль точність виконання обробки виконується на спеціальній контрольній операції з використанням стаціонарних зубомерні інструментів.

6.5 Розрахунок режимів різання

Операція №015 «Токарна з ЧПК»

Розрахунок режимів різання виконуємо відповідно до методики, викладеної в [3], для всіх переходів операції.

Початкові дані:

Обладнання - токарно-гвинторізний верстат моделі 16Б16Т1;

Ріжучий інструмент - токарний прохідний різець з механічним кріпленням багатогранної неперетачиваємої твердосплавних пластини $\varphi = 93^\circ$, $\gamma = 5^\circ$, $\alpha = 5^\circ$.

Заготовка - поковка ступінчаста без кірки, діаметр більшою ділянки 156 мм, меншої - 136 мм.

Послідовність обробки:

- 1) Встановити, закріпити, зняти заготовлю;
- 2) Підрізати торець 1 в розмір $125,2h14_{(-1)}$ згідно ескізу;
- 3) Зняти фаску $3 \times 45^\circ$ і точити циліндр 2 $\varnothing 12501h12_{(-0,35)}$ на довжину $37h14_{(-0,63)}$ згідно ескізу;
- 4) Точити конус $8^\circ + 1^\circ$ (Поверхня 3) до $\varnothing 130,2$ згідно ескізу;

					ТМ.17510053.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

$K_{ив} = 1$ - коефіцієнт, що враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання [3, табл.6, стор. 263];

$K_{\phi v} = 0.7$ - поправочний коефіцієнт за кутом ϕ [3, табл.18, стор. 271];

$K_{\phi 1 v} = 0.91$ - поправочний коефіцієнт за кутом $\phi 1$ [3, табл.18, стор. 271];

Визначаємо частоту обертання шпинделя, об / хв:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} \quad (6.5)$$

Приймаються за паспортом верстата найближче менше значення.

Визначаємо фактичну швидкість різання, м / хв:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad (6.6)$$

Визначаємо тангенціальну складову сили різання по формулі [3, стор. 271]:

$$P_z = C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p \quad (6.7)$$

де C_p , q , x , y , n - коефіцієнт і показники ступеня у формулі сили різання, [3, табл.41, стор. 291]. $C_p = 300$, $x = 1$, $y = 0,75$, $n = -0,15$;

$K_p = K_{Mr} K_{\phi r} K_{\gamma r} K_{\lambda r} = 1,15 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 = 1,02$ - поправочний коефіцієнт, що враховує умови обробки

K_{Mr} - коефіцієнт, що враховує вплив властивостей оброблюваного матеріалу заготовки на швидкість різання [3, табл.9, стор. 264];

$$K_{Mr} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{920}{750} \right)^{0,75} = 1,15 \quad (6.8)$$

$K_{\phi v} = 0.7$ - поправочний коефіцієнт за кутом ϕ [3, табл.18, стор. 271];

$K_{\phi r} = 0,89$ - поправочний коефіцієнт за кутом ϕ [3, табл. 23, стр. 275];

$K_{\gamma r} = 1$ - поправочний коефіцієнт за кутом γ [3, табл. 23, стр. 275];

$K_{\lambda r} = 1$ - поправочний коефіцієнт за кутом λ [3, табл. 23, стр. 275];

Ефективну потужність різання визначаємо за формулою, кВт:

					ТМ.17510053.ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

де $m = 3$ мм - модуль зубів.

По карті 2, стор. 26 [6] визначаємо подачу на один оборот деталі:
 $S_0 = 0,9$ мм/об (вертикальна або поздовжня подача).

Поправочний коефіцієнт на подачу в змінених умовах роботи в залежності від механічної характеристики сталі: для сталі 38ХА при НВ 260-310 - $K_{ms} = 0,9$.

$$S_0 = 0,9 \cdot 0,9 = 0,81 \text{ мм / об}$$

По карті 4, стор. 28 [6] визначаємо швидкість різання:

$$V = 48 \text{ м / хв.}$$

По карті 11, стр. 36 [6] визначаємо кількість осьових переміщень фрези за час роботи між двома переточуваннями $\omega = 3$

По карті 4, стор. 29 [6] визначаємо поправочні коефіцієнти на режими різання для змінених умов роботи в залежності від:

механічної характеристики сталі $K_{mv} = 0,8$

кількості осьових переміщень фрези $K_{\omega v} = 1$

кількості переходів $K_v = 1$

$$V = V_H \cdot K_{mv} \cdot K_{\omega v} \cdot K_v = 48 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 38,4 \text{ м / хв.} \quad (6.11)$$

Визначаємо частоту обертання фрези по встановленій швидкості, об / хв:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 38,4}{3,14 \cdot 80} = 152,9 \quad (6.12)$$

За паспортом верстата приймаємо: $n = 125$ об / хв.

Дійсна швидкість головного руху різання, м / хв:

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 125}{1000} = 31,4. \quad (6.13)$$

Потужність різання визначаємо по карті 4, стор. 28 [6]: $N = 0,7$ кВт.

Поправочні коефіцієнти на потужність різання для змінених умов роботи в залежності від:

механічної характеристики сталі $K_{mvN} = 1,1$;

									Арк.
									39
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата					

ТМ.17510053.ПЗ

кількості осьових переміщень фрези $K_{\omega N} = 1$

кількості переходів $K_N = 1$

$$N = N_H \cdot K_{mN} \cdot K_{\omega N} \cdot K_N = 0,7 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,77 \text{ кВт.} \quad (6.14)$$

По знайденому значенню потужності різання визначається необхідна потужність електродвигуна приводу з урахуванням ККД верстата.

$$N_E = N / \eta = 0,77 / 0,85 = 0,9 \text{ кВт.} \quad (6.15)$$

Отримана величина ефективної потужності різання показує, що розроблена схема обробки на обраному обладнанні може бути реалізована.

6.6 Технічне нормування операцій

Операція №015 «Токарна з ЧПК»

Розрахунок норми технічного часу на операцію виконуємо відповідно до [4]. Результати розрахунків норм часу заносимо в таблицю 6.3.

Основний час визначаємо за формулою, хв:

$$T_{\text{про}} = (L + l_{\text{вр}} + L_{\text{пер}}) / (n \cdot s_0), \quad (6.16)$$

де L - довжина обробки, мм;

$l_{\text{вр}}$ - величина врізання, мм;

$L_{\text{пер}}$ - величина перебігу, мм.

Допоміжний час визначаємо за формулою, хв:

$$T_B = T_{\text{уст}} + T_{\text{пер}} + T_{\text{ІЗМЕР}} + T_{\text{П.С.}} + T_{\text{СМ.ІНС.}} + T_{\text{ІЗ.ПОД.}} + T_{\text{ІЗ.ОБ.}}, \quad (6.17)$$

де $T_{\text{уст}}$ - час на установку і зняття деталі, хв [4, карта 6];

$T_{\text{пер}}$ - час, пов'язане з переходом, хв [4, карта 18];

$T_{\text{ВІМ}} = 0,13$ - час на вимірювання одного розміру, хв [1];

$T_{\text{П.С.}} = 0$ - час на переміщення органів верстата, виконується в автоматичному режимі, поєднується з холостими рухами;

					ТМ.17510053.ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.3 - Розрахунок норми основного і допоміжного часу для операції

№015

№ П / П	$L + l_{вр} + l_{пер}$ мм	T_0 , хв	$T_{уст}$, хв	$T_{пер}$, хв	$T_{ВИМ}$, хв	$T_{П.С.}$, хв	$T_{СМ.ІНС.}$, хв	T_B , хв
1	43	0,860	0,3	0,02	0,13	0,06	0,04	0,55
2	37	0,740			0,13	0,06		0,19
3	18	0,360			0,13			0,13
4	40	0,800			0,13			0,13
5	12	0,240			0,13	0,06		0,19
6	110	1,100			0,13	0,06	0,04	0,23
7	3	0,030			0,13			0,13
8	110	1,100			0,13	0,06		0,19
Σ		5,23						1,74

$T_{СМ.ІНС.} = 0,04$ хв - час на зміну інструменту, виконується в автоматичному режимі [1]

$T_{ІЗ.ПОД.} = 0$ - час на зміну подачі, виконується в автоматичному режимі, поєднується з холостими рухами;

$T_{ІЗ.ОБ.} = 0$ - час на зміну частоти обертання шпинделя, виконується в автоматичному режимі, поєднується з холостими рухами.

Норму штучного часу визначаємо за формулою, хв:

$$T_{шт} = (T_0 + T_B K_{ТВ}) \left(1 + \frac{a_{ОБС} + a_{ОТЛ}}{100} \right), \quad (6.18)$$

де $K_{ТВ} = 1$ - поправочний коефіцієнт на допоміжний час в залежності від характеру серійності робіт [4, карта 1];

$a_{обс} = 5,5\%$ - час на обслуговування робочого місця, хв [4, карта 19];

$a_{отл} = 4\%$ - час на відпочинок і особисті потреби, хв [4, карта 19];

									Арк.
									41
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата					

ТМ.17510053.ПЗ

$$T_{шт} = (5,23 + 1,74) \left(1 + \frac{5,5 + 4}{100} \right) = 7,632$$

Розрахунок норми підготовчо-заключного часу.

Підготовчо-заключний час включає в себе:

- 1) Час на налагодження верстата - 17 хв, [4, карта 19];
- 2) Час на отримання інструменту і пристосувань виконавцем роботи до початку і здача їх після закінчення обробки партії деталей - 10 хв [4, карта 19].

$$T_{пз} = 17 + 10 = 27 \text{ хв.}$$

Норму штучно-калькуляційного часу визначаємо за формулою:

$$T_{ш-к} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{N_{дет}} = 7,632 + \frac{27}{20} = 8,982, \text{ хв} \quad (6.19)$$

Призначення науково обґрунтованої норми штучного часу дозволило знизити виробничі витрати на виконання токарних операцій.

Операція №035 «Зубофрезерна»

Виконуємо розрахунок норми технічного часу на операцію.

Основний час визначаємо за формулою, хв:

$$T_0 = (l + l_1) \cdot z / (n \cdot s_0 \cdot k), \quad (6.20)$$

де z - число зубів вінця;

l - ширина нарізованого вінця, мм;

$l_1 = l_1' + l_1''$ - величина врізання, мм;

$l_1' = 2$ мм - величина перебігаючи, мм;

$l_1'' = 1,1 \sqrt{t(Dn - t)} = 1,1 \sqrt{6,6(80 - 6,6)} = 24,21$ мм - величина врізання

$$T_0 = (25 + 2 + 24,21) \cdot 48 / (125 \cdot 0,81 \cdot 1) = 24,28 \text{ хв.}$$

Допоміжний час визначаємо за формулою, хв:

$$T_d = T_{вст} + T_{з.о} + T_{вим} + T_{уп.}, \quad (6.21)$$

						ТМ.17510053.ПЗ	Арк.
							42
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата			

де $T_{\text{вст}} = 0,5$ - час на установку і зняття деталі, хв [4];

$T_{\text{вим}} = 0$ - час на вимірювання (вимірювання проводяться під час автоматичної роботи верстата;

$T_{\text{з.о}} = 0,13$ - час на закріплення і відкріплення деталі, хв [4];

$T_{\text{уп}} = 0,22$ - час на прийоми управління верстатом.

$$T_{\text{д}} = 0,5 + 0,13 + 0,22 + 0,6 = 1,45 \text{ хв.}$$

Норму штучного часу визначаємо за формулою, хв:

$$T_{\text{шт}} = (T_{\text{о}} + T_{\text{в}} K_{\text{ТВ}}) \left(1 + \frac{a_{\text{обс}} + a_{\text{отл}}}{100} \right) = (24,28 + 1,45) \left(1 + \frac{4 + 4}{100} \right) = 27,79 \quad (6.22)$$

де $K_{\text{ТВ}} = 1$ - поправочний коефіцієнт на допоміжний час в залежності від характеру серійності робіт [4, карта 1];

$a_{\text{обс}} = 4\%$ - час на обслуговування робочого місця, хв [4, карта 19];

$a_{\text{отл}} = 4\%$ - час на відпочинок і особисті потреби, хв [4, карта 19];

Розрахунок норми підготовчо-заключного часу.

Підготовчо-заключний час включає в себе:

- 1) Час на налагодження верстата - 14 хв, [4, карта 19];
- 2) Час на отримання інструменту і пристосувань виконавцем роботи до початку і здача їх після закінчення обробки партії деталей - 10 хв [4, карта 19].

$$T_{\text{пз}} = 14 + 10 = 24 \text{ хв.}$$

Норму штучно-калькуляційного часу визначаємо за формулою:

$$T_{\text{ш-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{пз}}}{N_{\text{дет}}} = 27,79 + \frac{24}{20} = 28,31 \text{ хв.} \quad (6.23)$$

									ТМ.17510053.ПЗ	Арк.
										43
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата						

7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ОПЕРАЦІЇ №015 «ТОКАРНА З ЧПК»

Завдання: спроектувати верстатне пристосування для чорнового обточування деталі «Втулка» С400.150.010 згідно ескізу, наведеному на рис.7.1.

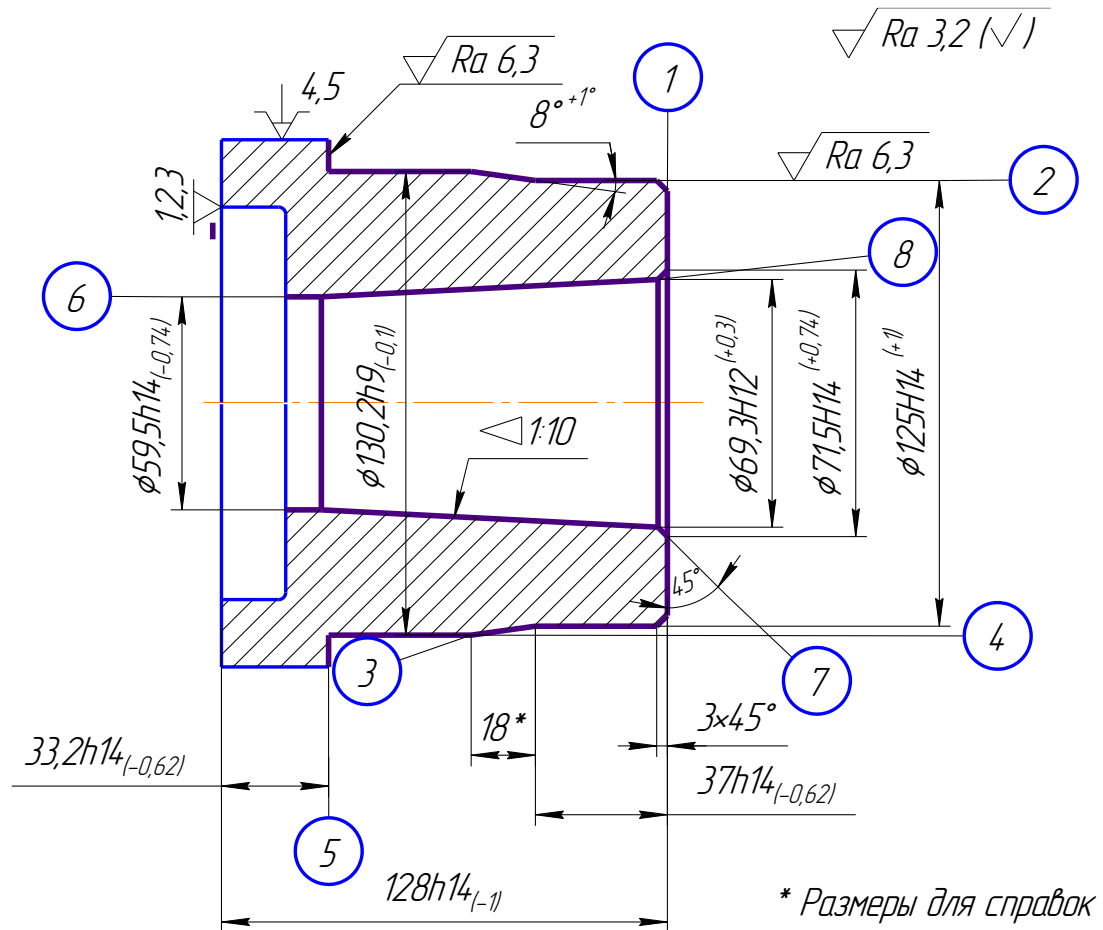


Рисунок 7.1 - Ескіз операції №015 «Токарна з ЧПУ»

7.1 Обґрунтування необхідності створення пристосування

В даний час заготовка обробляється в пристосуванні з немеханізованим приводом. Робочий на даній операції має четвертий розряд. Застосування спеціального пристосування з механізованим приводом дозволить знизити розряд верстатника на даній операції, знизити трудомісткість обробки, підвищити стабільність точностних параметрів операції.

					ТМ.17510053.ПЗ	Арк. 44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.2 Уточнення мети технологічної операції. Визначення кількісних і якісних результатів виконання операції

Точність розмірів

На даній операції обробляється кілька поверхонь заготовки, що мають різну точність. Найбільш точною є зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 130,2$ мм (поверхня №4, рис. 1), при обробці якої необхідно досягти 9 квалітет точності. Величина допуску даного розміру за кресленням, згідно ГОСТ 25346-82, дорівнює 100 мкм.

Решта поверхні обробляються з меншою точністю. Відповідною 11-14 квалітетами. Допуски на розміри цих поверхонь, відповідно, мають великі значення, тому в подальшому при розгляді точностних і якісних параметрів виконуваної обробки їх не розглядаємо.

Точність форми

На операції проводиться обробка циліндра $\varnothing 130,2$ мм. Спотворення форми даної поверхні характеризується відхиленнями від циліндричної, круглості і профілю поздовжнього перерізу. Величина допуску похибки форми не обмовляється. Згідно ГОСТ 24643-81 для даного квалітету IT9 і рівня геометричній точності А маємо ступінь точності 8 [11]. Для заданого номінального розміру 130,2 мм величина допусків циліндричної круглості, профілю поздовжнього перерізу по ГОСТ 24643-81 згідно [11] становить 30 мкм.

Точність розташування

Розглядаємо допуск радіального биття поверхні щодо осі конічного отвору. Величина допуску не задана на кресленні. Це означає, що величина допуску може перебувати в межах допуску на розмір 130,2 мм. Тоді, згідно з [11] по ГОСТ 24643-81, це відповідає 8 ступеня точності, табличне значення допуску при цьому становить 40 мкм в Радіусна вираженні.

Ступінь шорсткості

Згідно з даними креслення деталі задана шорсткість обробки складає $Ra=3,2$ мкм.

					ТМ.17510053.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		45

З'ясування кількісних і якісних даних про заготовлю, що надходить на операцію. Уточнення параметрів поверхонь, які можуть бути базовими

На дану операцію заготовка надходить необробленої, маса заготовки - 12,81 кг. Матеріал - Сталь 38ХА ГОСТ 4543-71. Заготовля являє собою тіло обертання з наскрізним центральним отвором, досить жорстка, оброблюваність її задовільна. Є досить розвинені поверхні, які можуть бути прийняті за базові, до яких можна віднести зовнішню циліндричну поверхню $\varnothing 155 \begin{matrix} +2,1 \\ -1,1 \end{matrix}$ і один з торців. Хоча зазначені поверхні є чорновими і високими точносних параметрами не володіють, проте, проаналізуємо дані точності параметри.

Точність розмірів

Діаметр зовнішньої циліндричної поверхні дорівнює 155 мм. Величина допуску даного розміру за кресленням рівна 3200 мкм. Згідно ГОСТ 25346-82 дане значення відповідає 17 квалітету, але воно не збігається з табличним значенням [10, с. 441].

Зазначені точності параметри відносяться і до розміру торця діаметром 125 мм (ІТ17, допуск Т = 3200 мкм).

Точність форми

Проведемо аналіз точності форми базових поверхонь.

Спотворення форми зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 155$ характеризується відхиленням від циліндричної. Величина допуску похибки форми не обумовлена на кресленні. Згідно ГОСТ 24643-81 для даного квалітету ІТ17 і рівня геометричній точності А маємо ступінь точності 16 [11]. Для заданого номінального розміру 155 мм величина допуску циліндричної по ГОСТ 24643-81 згідно [11] становить 1200 мкм.

Спотворення форми розглянутого торця діаметром 155 мм характеризується відхиленням від площинності. Величина допуску похибки форми не обумовлена на кресленні. Згідно ГОСТ 24643-81 для даного квалітету ІТ17 і рівня геометричній точності А маємо ступінь точності 16 [11]. Величина допуску площинності по ГОСТ 24643-81 при цьому згідно [11] становить 1000 мкм.

Точність розташування

					ТМ.17510053.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

- 7) Освіта вихідної сили для закріплення.
- 8) Управління енергоносієм.
- 9) Заміна настановних (затискних) елементів.
- 10) Об'єднання функціональних вузлів (корпус).
- 11) Токарна обробка деталі відповідно до операційним ескізом.
- 12) Створення безпечних умов праці.

Виходячи з умов реалізації цих функцій і вимог до результатів їх реалізації, здійснюємо пошук прототипів з накопиченого фонду технічних рішень. Перевагу віддаємо апробованим практикою стандартним технічним носіям функцій.

7.5 Розробка і обґрунтування схеми базування

Вибір головної базової поверхні

В якості головної базової поверхні виступає зовнішня циліндрична поверхня діаметром 155 мм. Ця поверхня виступає в ролі подвійної опорної бази, яка позбавляє заготовку двох ступенів свободи (двох переміщень).

Застосування цих поверхонь в якості базових не перешкоджає доступу інструментів до оброблюваних поверхонь.

Вибір опорної базової поверхні

В якості опорної бази виступає торець $\varnothing 155$ мм. Він позбавляє заготовку одного ступеня свободи - одного переміщення уздовж осі деталі.

Застосування даної поверхні в якості базової також не перешкоджає доступу ріжучих інструментів до оброблюваних поверхонь.

Інших варіантів базування немає. Схема базування представлена на рисунку 7.2.

При розгляді допуску радіального биття $\varnothing 130,2$ щодо осі заготовки (див. п. 2.3) визначимо величину похибки базування для даного випадку. Похибка базування для розміру торця $\varnothing 130,2$ відсутня, так як збігаються вимірювальна і технологічна база

					ТМ.17510053.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		48

створюють напруження скручування і вигину. В таких умовах не виникає особливих вимог до структурної однорідності силових полів.

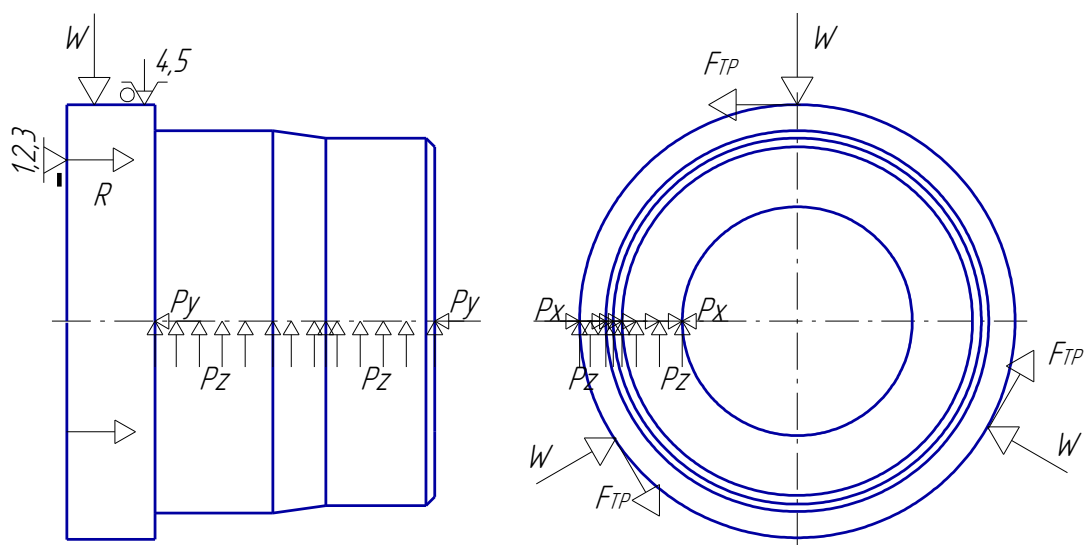


Рисунок 7.5 - Структура поля призначені врівноважити сил (ПУС), створювана затискним механізмом.

При циліндричній конфігурації і рівномірному розподілі сил різання є можливість огрубити структуру ПУС до локально-дискретної. При такій схемі базування доцільно застосувати закріплення заготовки в токарному патроні з установкою іншого кінця заготовки на люнеті з метою збільшення жорсткості, при цьому буде створено ПУС, представлене на рис. 7.4.

Оскільки напрямок дії сили закріплення - паралельно торця - не збігається з напрямком допуску перпендикулярності зазначеного торця до осі заготовки, то похибка закріплення заготовки в даному напрямку дорівнює нулю: $\epsilon_3 = 0$.

Для аналізу структури і якості зв'язків, що виникають при закріпленні заготовки, побудуємо таблицю односторонніх зв'язків (таблиця 7.2).

Додаток сили закріплення виключає зазор і перетворює зв'язку x, y, y', z' , $\omega_y, \omega_y', \omega_z, \omega_z'$ з неповних в повні, а також створює три відсутніх до комплекту зв'язку x', ω_x і ω_x' .

Величина зусилля закріплення W розраховується з умови непровороту від сили P_z і умова несдвігання заготовки під дією складової сили різання P_x .

										ТМ.17510053.ПЗ	Адк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							51

Таблиця 7.2 - Таблиця односторонніх зв'язків

Індекс зв'язку		x	x'	y	y'	z	z'	ω_x	ω_x'	ω_y	ω_y'	ω_z	ω_z'
Спосіб реалі- зації	Реакція		R	R	R	R	R			R	R	R	R
	Сила закрі- плення												
	Сила тертя	F (w)						F (w)	F (w)				

Зазначену величину сили закріплення розраховуємо за допомогою формули [10]:

$$P_3 = 1,33 K L R_Z / (D_3 f) = 1,33 \cdot 2,7 \cdot 125 \cdot 4947,08 / (155 \cdot 0,2) = 71632 \text{ Н} \quad (7.1)$$

де $K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6$ - коефіцієнт запасу;

$K_0 = 1,5$ - коефіцієнт гарантованого запасу;

$K_1 = 1,2$ - коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання через випадкових нерівностей на оброблюваних поверхнях;

$K_2 = 1,0$ - коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання внаслідок затуплення різального інструменту;

$K_3 = 1,0$ - коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання при переривчастому різанні;

$K_4 = 1,0$ - коефіцієнт, що характеризує сталість сили закріплення;

$K_5 = 1,0$ - коефіцієнт, що характеризує ергономіку ручних затискних механізмів;

$K_6 = 1,5$ - коефіцієнт, що враховує наявність моментів, що прагнуть повернути заготовку;

$f_1 = f_2 = 0,2$ - коефіцієнт тертя між опорними поверхнями заготовки і пристосування;

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 2,7$$

7.8 Розрахунок гідравлічного поршневого приводу

Зусилля на штоку гідроциліндра визначаємо з рівняння:

																			Арк.
																			52
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата															

$$Q = P_3 \cdot \frac{L_1}{L_2} \quad (7.2)$$

де L_1, L_2 - плечі важеля передавального пристрою.

При розмірах плечей $L_1 = 10$ мм, $L_2 = 42,5$ мм отримаємо:

$$Q = 71632 \cdot \frac{10}{42,5} = 17055 \text{ Н}$$

Тепер визначимо діаметр гідроциліндра двосторонньої дії:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{um}}{\pi \cdot P \cdot \eta} + d^2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 17055}{3,14 \cdot 2,5 \cdot 10^6 \cdot 0,95} + 0,025^2} = 0,0989 \text{ м} \quad (7.3)$$

де $P = 2,5$ МПа - тиск в гідросистемі;

$\eta = 0,95$ - коефіцієнт корисної дії гідроциліндра;

Приймаємо найближчий більший діаметр гідроциліндра зі стандартного ряду: $D = 100$ мм, [9].

Визначаємо зусилля, що розвивається гідроциліндром на штоку за формулою:

$$Q = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} p \cdot \eta = \frac{3,14 \cdot (0,1^2 - 0,025^2)}{4} 2,5 \cdot 10^6 \cdot 0,95 = 17478 \text{ Н} \quad (7.4)$$

Маємо такі параметри гідроприводу:

- діаметр поршня - 100 мм;
- діаметр штока - 25 мм;
- тиск рідини в системі - 2,5 МПа;
- фактична величина сили закріплення - 75286 Н;
- величина зусилля на штоку - 17478 Н.

7.9 Точнісні розрахунки пристосування

З інформаційної точки зору розрахунки допусків на виготовлення елементів пристосування полягають у перетворенні інформації про точність обробки поверхонь деталі на даній операції в точності вимоги до пристосування.

					ТМ.17510053.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		53

Отриманий допуск поділяємо за елементами пристосування таким чином: радіальне биття настановної поверхні кулачків щодо базової настановної конічної поверхні шпинделя - не більше 36 мм.

7.10 Опис пристрою і принципу дії пристосування

Розроблене пристосування працює наступним чином (див. складальне креслення ТМЗ 08050292-07-01.00.00 СБ). Патрон важільний 5 містить кулачки 8, що закріплюються за допомогою гвинтів 21. Оброблювану заготовку встановлюють на кулачки 8 до упору торцем. Закріплення заготовки здійснюється при подачі робочої рідини в штокову порожнину гідроциліндра 2. При цьому поршень разом зі штоком переміщається вліво, а зусилля на штоку через передають ланки передається на важіль патрона, який, повертаючись, переміщує кулачки 8 вниз до контакту з заготівлею.

Розкріплення заготовки проводиться при подачі робочої рідини в безштокову порожнину гідроциліндра поз. 2, при цьому шток разом з поршнем переміщається вправо, важіль патрона поз. 14 повертається проти годинникової стрілки і відводить кулачки поз. 8 від заготовки.

Важільний патрон 3 встановлюється на шпинделі поз. 4 токарного верстата і закріплюється на ньому за допомогою шпильок поз. 11 і гайок поз. 12. Передача крутного моменту від шпинделя поз. 4 важеля патрону поз. 3 здійснюється за допомогою тяги поз. 16, що закріплюється за допомогою гвинта поз. 13.

Робоча рідина під тиском 2,5 МПа подається в гідроциліндр поз. 2 через муфту поз. 1.

					ТМ.17510053.ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

При виконанні кваліфікаційної роботи, відповідно до завдання, був спроектований технологічний процес виготовлення деталі «Втулка». Проведений аналіз виявив ряд недоліків існуючого технологічного процесу. Використовувана форма одержуваної заготовки - двоступенева кування - призводить до значного збільшення маси поковки, і, як наслідок, збільшення обсягів механічної обробки, собівартості деталі. Крім того, в базовій заготовці були закладені завищені значення припусків на механічну обробку.

Для двох технологічних операції виконано розрахунок режимів різання і призначені технічно обґрунтовані норми часу.

Внесені зміни дозволили оптимізувати технологічний процес виготовлення деталі, зменшити витрату металу, знизити трудомісткість і собівартість виготовлення деталі «Втулка».

					ТМ.17510053.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Марочник сталей и сплавов/ В.Г.Сорокин, А.В.Волосникова, С.А.Вяткин и др.; Под общ. ред. В.Г.Сорокина. – М.: Машиностроение, 1989. – 640 с.
2. Методические указания к практическим занятиям «Анализ служебного назначения машины и детали и выявление технологических задач при изготовлении изделий»
3. Гжиров Р.И. Краткий справочник конструктора: Справочник – Л.: Машиностроение, Ленинградское отд-ние, 1984. – 464с., ил.
4. И.С. Добрыднєв Курсовое проектирование по предмету «Технология машиностроения»: Учебн. пособие для техникумов по специальности «Обработка металлов резанием».- М.: Машиностроение, 1985. 184 с., ил.
5. ГОСТ 7505-89 «Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски».
6. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Под редакцией А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. 496 с., ил.
7. Кузнецов Ю.И., Маслов А.Р., Байков А.Н. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник. 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1990.- 512 л.: ил.
8. Общемашиностроительные нормативов времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. М.: Машиностроение, -1980г.
9. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для нормирования станочных работ. М.: Машиностроение. – 1974 г.
- 10.Обработка металлов резанием: Справочник технолога / под общ. ред. А.А.Панова.-М.: Машиностроение, 1988.-736с.
- 11.Справочник технолога машиностроителя. В 2 т. Т.1 / под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986.- 656с.
- 12.ГОСТ 2.105-95. Правила оформлення документів загального призначення.

					ТМ.17510053.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

- 13.ГОСТ 3.1107-81. Позначення умовні графічні, вживані в технологічних процесах. Опори і затиски.
- 14.ГОСТ 2.109-73. Основні вимоги до креслень.
- 15.ГОСТ 2.305-68. Зображення – види, розрізи, перетини.
- 16.ГОСТ 3.1201-85. ЕСТД. Система позначення технологічної документації.

					ТМ.17510053.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58