

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ *Віталій ІВАНОВ*

« _____ » *червня 2022* р.

**ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ
ШЕСТЕРНІ 167.214.00.14**

Кваліфікаційна робота (проект) бакалавра
Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»
Освітня програма- «Технології машинобудування»

Студент

Костянтин СУЛІМА

Керівник

Іван ДЕГТЯРЬОВ

Нормоконтроль

Артем ЄВТУХОВ

РЕФЕРАТ

Записка: сторінок - 56, рисунків - 23, таблиць - 17, додатків - 4, джерел літератури - 15.

Об'єкт дослідження - деталь «Шестерня».

В даній роботі за освітньо-кваліфікаційним рівнем «Бакалавр» був виконаний аналіз службового призначення виробу, яким є редуктор та деталі «Шестерня».

Проаналізовані технічні вимоги на виготовлення деталі. Визначений тип виробництва за допомогою коефіцієнта закріплення операцій – дрібносерійний та умови організації праці. Вибраний спосіб одержання заготовки – штамповка на КГШП. Проаналізовані технологічні операції 015 – токарна з ЧПК та 035 свердлильна з ЧПК, обґрунтована схема базування, вибір металорізального обладнання та технологічної оснастки на даних операціях. Також виконаний розрахунок припусків на внутрішню циліндричну поверхню. Виконані розрахунки режимів різання для операцій та технічне нормування. Також спроектований верстатний пристрій для установлення і закріплення заготовки на свердлильну з ЧПК операцію.

В розділі охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях розглянута тема: «Пожежна профілактика при проектуванні та будівництві промислових підприємств».

ШЕСТЕРНЯ, РЕДУКТОР, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, ТЕХНІЧНЕ НОРМУВАННЯ

ЗМІСТ

	с.
Вступ	4
1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації	5
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі	9
3 Визначення типу виробництва та форми його організації	12
4 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	15
5 Вибір способу одержання заготовки та розробка технічних вимог до неї.....	20
6 Аналіз технологічної операції існуючого чи типового технологічного процесу.....	26
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку.....	26
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування та закріплення заготовки.....	28
6.3 Обґрунтування вибору металорізального верстата	32
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів	35
6.5 Розрахунок режимів різання.....	37
6.6. Технічне нормування операції.....	43
7 Проектування верстатного пристрою.....	55
Висновок	65
Перелік джерел посилання.....	66

ТМЗ 17620263–00 ПЗ								
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Проектування технологічного процесу виготовлення деталі «Шестерня 167.214.00.14»	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Суліма</i>				3	56	
<i>Перевір.</i>		<i>Дегтярьов</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		<i>Євтухов</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Іванов</i>					СумДУ, ТМЗ-81к	

ВСТУП

У сучасному машинобудуванні особливу роль відводять створенню і впровадженню нової техніки в усіх галузях, прискоренню науково-технічного прогресу країни. З переходом України на ринкові відносини різко зросла потреба народного господарства в якісних, надійних, конкурентоспроможній продукції виготовлюваної машинобудуванням та іншими галузями промисловості. Для отримання якісної, конкурентоспроможної продукції на підприємствах, впроваджуються передові технології і високопродуктивне, прогресивне обладнання.

У зв'язку з гнучким використанням і створенням виробничих когось комплексів механічної обробки різанням особливого значення набувають верстати з ЧПУ. Застосування верстатів з ЧПУ замість універсального обладнання мають суттєві особливості, і створює певні переваги:

- продуктивність верстата підвищується в 1.5 - 5 разів у порівнянні з аналогічними верстатами, але з ручним керуванням;
- поєднується гнучкість універсального обладнання з точністю і продуктивністю верстата-автомата, що і дозволяє вирішувати питання комплексної автоматизації одиничного і серійного виробництва.

На базі заводського технологічного процесу, з урахуванням зміни типу машинобудівного виробництва буде складено пропонований техпроцес з використанням прогресивних технологій в області методу отримання вихідної заготовки, застосуванням сучасного технологічного обладнання, ріжучих і вимірювальних інструментів. Буде виконано технічне нормування операцій механічної обробки, складені керуючі програми для операцій, які передбачають використання верстатів з ЧПК. Таким чином, грамотно-побудована технологія виготовлення редуктора, а зокрема технологія виготовлення конкретних деталей, а саме деталі «Шестерня» є актуальним завданням для її розгляду в дипломному проекті.

					ТМЗ 17620263-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

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

Деталь «Шестерня», що запропонована для курсового проекту за спеціальністю є однією з найважливіших деталей редуктора пересування мостового крана 15 ТС. Кран мостовий має широку сферу застосування — він призначений для підйому і переміщення вантажу в приміщенні або під навісом.

Розглянемо механізм пересування крана, який представляє собою двохступінчастий редуктор моделі Р514. Редуктор – самостійний вузол, що встановлюється між електродвигуном і машиною (механізмом). З їх валами редуктор з'єднується за допомогою муфт. Підймальні машини, вентилятори, конвеєри, верстат-качалки та ін. – комплектуються редукторами різних типорозмірів. Загальний вигляд редуктора представлено на рисунку 1.1.

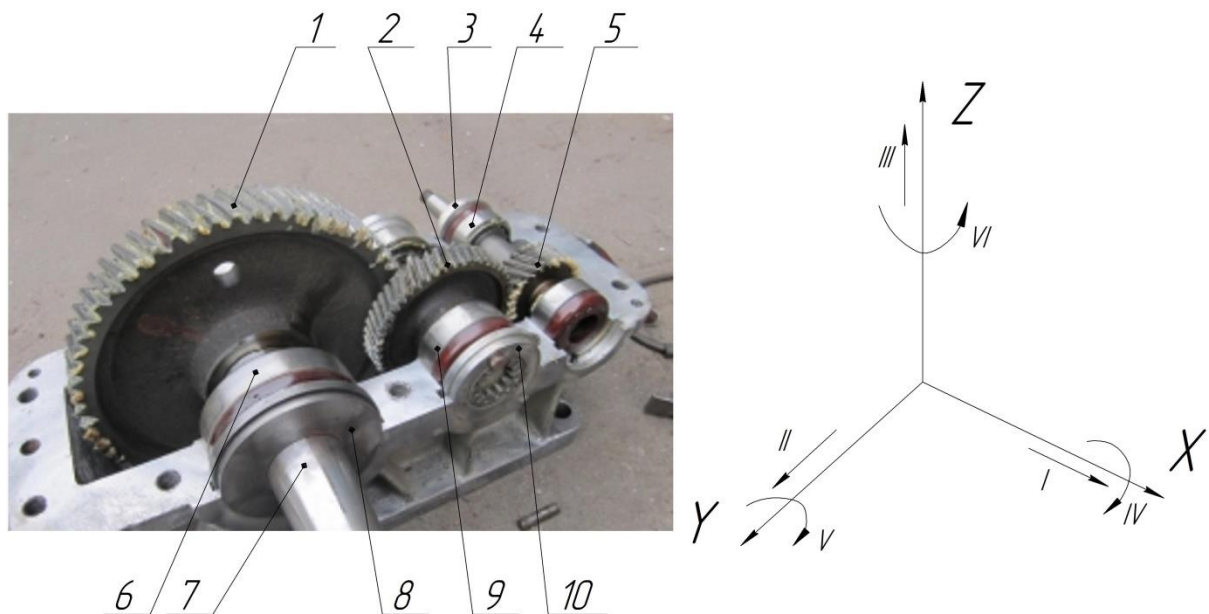


Рисунок 1.1 – Редуктор двохступінчастий Р514

- 1, 2 – зубчасті колеса; 3, 8, 10 – кришки підшипників;
4, 6, 9 – підшипники кочення; 5 – вал-шестерня; 7 – вал вихідний

Деталь «Шестерня», що входить у вузол «Редуктор Р514» призначена для передачі крутного моменту з ведучого валу на вихідний вал, при цьому за рахунок

						ТМЗ 17620263-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			5

того, що кількість зубів даного колеса більша ніж кількість зубів шестерні $z_k=82$ та $z_{ш}=20$ відповідно то при цьому момент збільшується у 4,1 рази, а кутова швидкість навпаки зменшується у 4,1 рази. Базування деталі відбувається на вихідному валу по посадці $\varnothing 80H7/p6$ (посадка з натягом), для кращого центрування та можливості уникнення биття, що могло бути додатково викликано, якби посадка була б з зазором. Також деталь упирається одним торцем у буртик вала, а інший торець підтискається дистанційним кільцем. Шпонка, що мається у з'єднанні вала та колеса забезпечує у купі з посадкою з натягом передачу крутного моменту. Складемо таблицю відповідностей та матрицю зв'язків згідно системи координат на рис. 1.1.

Таблиця 1.1– Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування бази
1,2,3	I,V,VI	УБ
5	II, III	ПОБ
6	IV	ОБ

Таблиця 1.2 – Матриця зв'язків

База		X	Y	Z
УБ	L	1	0	0
	α	0	1	1
ПОБ	L	0	1	1
	α	0	0	0
ОБ	L	0	0	0
	α	1	0	0

Проаналізував матриці можна сказати про те, що деталь у вузлі буде позбавлена всіх шести степенів вільності, $\Sigma= 3+2+1=6$ степенів.

На деталі «Шестерня» можна виділити такі поверхні (рис. 1.2).

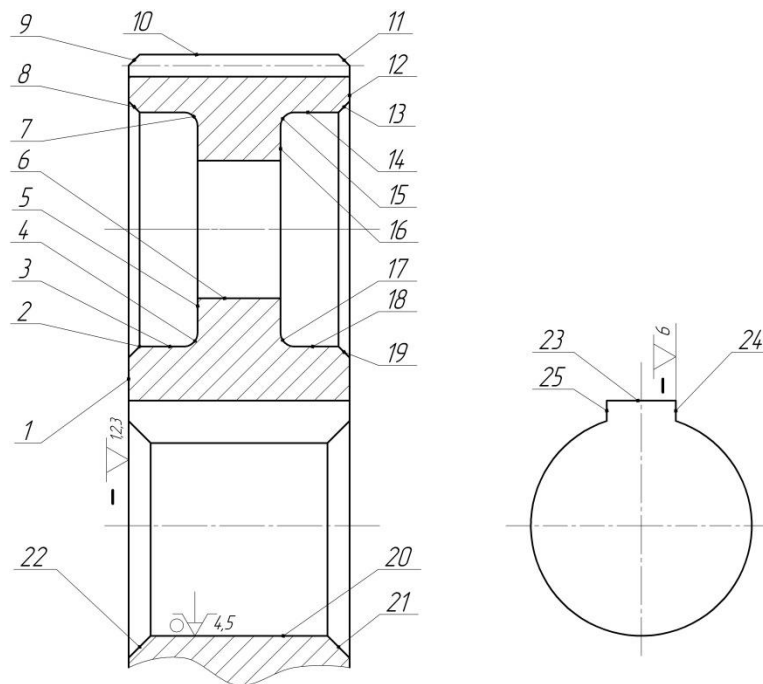


Рисунок 1.2 – Нумерація поверхонь деталі

Таблиця 1.3 – Призначення поверхонь деталі

№ пов.	База	Характеристика, призначення поверхні
1	ОКБ	По даній поверхні деталь базується в осьовому напрямку
20	ОКБ	По даній поверхні деталь центрується на валу (посадка)
23,24,25	ДКБ	По даній поверхні у деталі базується шпонка
10	ДКБ	Зубці призначені для передачі крутного моменту
6	ВП	6 отворів призначені для зменшення маси
2,3,4,5,7,8,9, 13,14,15,16, 17,18,19,21,22	ВП	Усі вказані поверхні призначені для зменшення маси, притуплення кромки (фаски) та окреслюють габарити деталі

Вільні поверхні обробляють відповідно технічним вимогам на деталь, допуски на дану категорію розмірів призначаються за 14 квалітетом точності.

Умови експлуатації.

Деталь при роботі в вузлі відчуває ударні і циклічні навантаження, які виникають у момент руху крана. Навантаження сприймають зубці колеса та поверхні шпонкового паза, що працюють на зминання та зріз.

Деталь при роботі знаходиться у маслі, що полегшує контактний тиск на поверхні зубців та зменшує зношування частин колеса.

Деталь і виріб, також як кран вцілому експлуатується в помірних умовах в діапазоні температур від -25 до + 35 ° С. Сама деталь і виріб при роботі створюють шум на рівні 60-70 Дб.

					ТМЗ 17620263-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Дана деталь відноситься до деталей типу дисків, так як відношення $l/d < 1$ ($80/341 < 1$). Деталь сама по собі є жорсткою, так як має досить велику товщину стінок в районі поверхонь закріплення, тобто не буде деформуватися під дією сил закріплення (наприклад, в трикулачні патроні). Внаслідок того, що деталь жорстка можна використовувати більш інтенсивні режими обробки на чорнових операціях.

Матеріал деталі - легована сталь марки 40Х, що містить у своєму складі 0,4% вуглецю, 1% хрому, а інше – залізо. Матеріали замітники – сталь 45, сталь 50, сталь 50Г2, дані про фізико-механічні властивості яких наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Фізико-механічні властивості сталі 40Х та її заміників

Матеріал	σ_b , МПа	Ψ , %	Твердість НВ	Хімісклад, %					
				C	Si	Mn	Cr	S	P
Сталь 40Х	610	45	163-168	0,36- 0,44	0,17- 0,37	0,5- 0,8	0,8- 1,1	дуже мала доля	
Сталь 45	640	40	170-179	0,42- 0,50	0,17- 0,37	0,5- 0,8	<0,25		
Сталь 50	640	40	196-202	0,47- 0,55	0,17- 0,37	0,5- 0,8	<0,25		
Сталь 50Г2	630	35	167-207	0,46- 0,55	0,17- 0,37	1,4- 1,8	<0,25		

Даний матеріал був обраний конструктором не випадково, а закономірно, так як деталь в процесі роботи деталь повинна забезпечувати умови міцності та безвідмовності у продовж певного часу, тому сталь 40Х є гарним вибором. Хоча вона і дорожча ніж сталь 45, проте для подібних деталей її застосування з точки зору нормальної і безвідмовної роботи всього редуктора необхідно. До того ж сталь 40Х краще обробляється різанням.

На кресленні деталі є точні поверхні з високим вимогою до шорсткості і допусками розташування. Поверхня Ø80H7 має малий допуск і шорсткість за критерієм Ra 2,5 мкм тому, що дана поверхня є основною конструкторською базою для деталі і допуск посадки, а отже і зазор, який впливає на точність центрування повинні бути якомога менше, тому 7-й квалітет поверхні і шорсткість за критерієм Ra 2,5 мкм цілком обгрунтовані конструктором. Поверхня зубчастого вінця Ø341,894 (0;-0,089) має такий допуск (0,089 мм), шорсткість за критерієм Ra 5 мкм, а також допуск радіального биття 0,045мм щодо бази А (поверхні Ø80H7) тому що ця поверхня є допоміжною конструкторської базою деталі з якою контактує деталь шестерня ведучого вала, тобто можна говорити, що дані вимоги до цієї поверхні обгрунтовані конструктором.

На кресленні також є торцева поверхня, яка характеризується розміром 80 мм з шорсткість за критерієм Rz 20 мкм і допуском торцевого биття 0,045 мм щодо бази щодо бази А. Ця поверхня вирізняється з-поміж інших торцевих поверхонь такими особливими вимогами, тому що цей торець - основна конструкторська база вузла. З цього торця відбувається контакт деталі з торцем вала, тому велике биття тут неприпустимо, так як це може привести до розбалансування та нерівномірного зношування зубців. Проте можна було б дати вимогу щодо шорсткості по критерію Ra, що відповідає 3,2 мкм.

Решта поверхонь є вільними, тобто виготовляються з допуском 14-го квалітету.

На кресленні були виявлені розміри з невказаними полями допусків, а лише з відхиленнями. Це відхилення розміру поверхні Ø341,894 (0; -0,089), яке то таблицями допусків і посадок відповідає граничному відхиленню h8, тому віднесемо це до зауважень конструктору.

Згідно з технічними вимогами, які вказані на кресленні деталі вона повинна виготовлятися з поковки другої групи Гр. III зі сталі 40Х, твердістю до 223...262 НВ по ГОСТ 8479-70, До поковки третьої групи пред'являються більш жорсткі

									Лист
									10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ТМЗ 17620263-00 ПЗ

вимоги до контролю на заготівельній операції, (найменші вимоги пред'являються до поковки першої групи, які використовуються в основному для маловідповідальних деталей). Згідно ГОСТ 8479-70 до поковки третьої групи: контроль твердості 100% поковок. Поковки повинні бути однієї марки стали спільно пройшли термічну обробку за однаковим режимом. Дані вимоги до груп поковок проставлені конструктором обгрунтовані тим, що деталь працює в редукторі і вихід з ладу деталі призведе до поломки агрегату.

Також у вимогах ставиться допуск на перекосяк шпонкового пазу у межах половини допуску на ширину. Це є важливим для забезпечення правильного складання виробу.

Третім пунктом в технічних вимогах повинно було б бути зазначено, що не вказані граничні відхилення розмірів на кресленні деталі необхідно обробляти з точністю 14-го квалітету. Всі отвори або охоплюють поверхні з полем допуску Н14, всі вали або охоплюються поверхні з полем допуску h14, а всі лінійні розміри з допуском 14-го квалітету і полем допуску симетричним в обидві сторони щодо номінального розміру, таким чином спростилося б креслення.

В цілому ж креслення виконане з усіма вимогами ЄСКД, за винятком деяких неточностей зазначених вище. На кресленні досить видів і розрізів для подання форми деталі і можливості її виготовлення, також вказані всі розміри.

					ТМЗ 17620263-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ФОРМИ ЙОГО ОРГАНІЗАЦІЇ

Тип виробництва по ГОСТ 3.1108-74 характеризується коефіцієнтом закріплення операцій $K_{з.о.}$, який показує відношення всіх різних технологічних операцій, що виконуються або підлягають виконанню підрозділом протягом місяця, до числа робочих місць.

Виконуємо розрахунок, згідно [3].

Початкові дані:

Річна програма випуску виробів $N=200$ штук.

Режим роботи підприємства - у дві зміни.

Дійсний річний фонд роботи обладнання $F_d = 4029$, годин.

Для розрахунку необхідно знати штучний час на виконання механічних операцій. Дані про штучному часу виготовлення деталі на механічні операції візьмемо з базового технологічного процесу (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Штучний час на механічні операції

№ операції	Найменування операції	$T_{шт}$, хв
015	Токарно - гвинторізна	40
020	Токарно - гвинторізна	20
030	Радіально - свердлильна	30
035	Довбальна	15
040	Зубофрезерна	30

Знаючи штучний час, витрачений на кожну операцію, визначаємо кількість верстатів за формулою:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н.}}, \quad (3.1)$$

де N - річна програма випуску виробів, шт;

$T_{шт}$ - штучний час;

F_d - дійсний річний фонд часу, ч;

$\eta_{з,н}$ - нормативний коефіцієнт завантаження обладнання, по [3] $\eta_{з,н} = 0,8$.

Таблиця 3.2 - Нормування операцій

№ операції	Найменування операції	$T_{шт}$	m_p	P	$\eta_{з.ф.}$	O
015	Токарно - гвинторізна	40	0,06	1	0,06	12,9
020	Токарно - гвинторізна	20	0,031	1	0,031	27,8
030	Радіально - свердлильна	30	0,046	1	0,046	17,2
035	Довбальна	15	0,023	1	0,023	34,4
040	Зубофрезерна	30	0,046	1	0,046	17,2
Σ	-	135	-	5	-	107,4

Коефіцієнт закріплення операції розраховуємо по формулі:

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

Таким чином коефіцієнт закріплення операції дорівнює:

$$K_{з.о.} = \frac{107,4}{5} = 21,2 \approx 21, \text{ що відповідає дрібносерійному типу виробництва, так}$$

як $K_{з.о.}$ входить в межі $20 < 21 < 40$.

Визначаємо форму організації виробництва.

Визначаємо партію запуску за формулою [3]:

$$n = Na/254, \quad (3.3)$$

де $a=24$ – періодичність запуску в днях [3].

$$N_{нар} = \frac{200 \cdot a}{254} = \frac{200 \cdot 24}{254} = 18,8, \text{ приймаємо партію запуску } 19 \text{ штук.}$$

Визначити середню трудомісткість механічних операцій:

$$T_{cp} = \frac{\sum T_{шт}}{n} = \frac{135}{5} = 27 \text{ хв.}$$

$n = 5$ - число операцій.

Визначаємо добовий час роботи обладнання:

$$F_{сум} = \frac{60 \cdot F_d}{254} = \frac{60 \cdot 4029}{254} = 952 \text{ хв.}$$

Коригуємо розмір партії за рахунок визначення числа змін на виготовлення всієї партії:

$$z = \frac{T_{cp} \cdot N_{нар}}{F_z \cdot \eta_{з.н.}} = \frac{35,5 \cdot 19}{476 \cdot 0,8} = 22,7.$$

$$F_z = \frac{F_{сум}}{2} = \frac{952}{2} = 476 \text{ хв.}$$

$\eta_{з.н.} = 0,8$ - нормативний коефіцієнт завантаження обладнання.

Кількість змін округляємо до найближчого цілого значення: $z_{пр} = 23$.

Тоді число деталей в партії: $N_{нар} = \frac{F_z \cdot z_{пр} \cdot \eta_{з.н.}}{T_{cp}} = \frac{476 \cdot 23 \cdot 0,8}{27} = 49 \text{ шт.}$

Так як розрахований тип виробництва дрібносерійний, то вибираємо форму організації робіт - групову.

Ця форма організації робіт характерна для дрібносерійного і среднесерійного типів виробництва. Заготовки обробляються невеликими партіями, час обробки не погоджений.

					ТМЗ 17620263-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Оцінка технологічності деталі за якісними показниками включає в себе:

- оцінка по технологічності матеріалу, з якого виготовлена деталь. Дана деталь виготовлена зі сталі марки 40Х ГОСТ 4543-71, хімічний склад наведено вище в пункті 2. Матеріалом заміником для цієї сталі є сталь 45 ГОСТ 1050-88, яка близька до вихідного матеріалу за хімічним складом і фізико-механічними властивостями.

Вартість даного матеріалу невисока, так як сталь легована лише 1% хрому. Даний матеріал не є дефіцитним, що добре для постатчальників.

Дана сталь легована хромом, а тому краще піддається обробці різанням ніж наприклад сталь 45.. Змінити матеріал на більш міцний і більш легкий не представляється можливим, так як це призведе до необґрунтованого збільшення собівартості або до того, що деталь не зможе виконувати свої функції у виробі. Так як матеріал деталі недорогий і добре обробляється різанням, то можна зробити висновок, що за цим показником вона технологічна.

- оцінка по технологічності геометричної форми поверхонь.

На деталі все поверхні прості, які можна обробити як стандартним так і нескладним спеціальним інструментом. На кресленні є такі нетехнологічні конструктивні елементи як отвори великого діаметру та зубчатий вінець з нахиленими під кутом зубцями. Також нетехнологічним елементом є паз.

Також до нетехнологічним елементів можна віднести радіуси R5, які хоча і є вільними розмірами, але дещо ускладнюють процес обробки.

Отже по геометричним формам поверхонь деталь є технологічною.

- оцінка технологічності по можливості зміни форми деталі, яка дозволяла б вибрати найвигідніший розкрій матеріалу і можливості використання відходів для виготовлення інших деталей.

За цим показником деталь є нетехнологічною, так як абсолютно всі поверхні на деталі обробляються, а отже збільшити кількість поверхонь, які не обробляються або зробити якісь поверхні необроблюваних ми не можемо

										Лист
										15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМЗ 17620263-00 ПЗ

виходячи зі службового призначення деталі і тих розмірів і її точності, які задав конструктор на кресленні.

Заготовку для даної деталі можна отримувати двома методами, а саме вільним куванням на молотах або штампуванням на КГШП (виходячи з конфігурації деталі). В обох випадках заготовка має прошитий отвір, отже використовувати шматок заготовки з отвору, який вийшов би під час свердління свердлами для кільцевого свердління, неможливо. Все що буде залишатися після обробки цієї заготовки це стружка, яка надалі піде на переплавку. Отже за даним показником деталь нетехнологічна.

- оцінка технологічності конструкції по простановке розмірів.

Базовою інформацією для оцінки технологічності конструкції по даному пункту є креслення деталі. В цілому по простановці розмірів деталь технологічна, однак є певні застереження, а саме простановка діаметру міжцентрової відстані 6 отворів діаметром 50 мм з допуском $\pm 2,3$ мм, що при відхиленні у такому діапазоні може призвести до деякого дисбалансу, хоча колесо і знаходиться на тихохідному валу, що обертається з невеликою кутовою швидкістю.

Також на кресленні є точні «класні» розміри: $\text{Ø}80\text{H}7$, $\text{Ø}344,894\text{h}8$. Ці розміри, особливо перший вимагає трьох - чотирьох стадій обробки замість однієї - двох, що робить деталь нетехнологічною.

Також на кресленні є допуски розташування, а саме допуски радіального і торцевого биття $0,045\text{мм}$. Витримання цих допусків також несе додаткову трудомісткість в обробку, що нетехнологічно.

У технічних вимогах зазначено, що заготовка для деталі повинна виготовлятися за вимогами III-ї групи поковок, тобто ці поковки необхідно піддавати повному контролю твердості, що збільшує вартість деталі в порівнянні з I-ю групою поковок, які не підлягають контролю. Але в той же час конструктор не поставив в технічних вимогах виготовляти поковки IV-ї або V-ї групи, які піддаються 100% - му контролю та випробуванням на міцність характеристики, зразки для яких необхідно передбачити при отриманні заготовки, що призведе до

										Лист
										16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМЗ 17620263-00 ПЗ

зайвої масі, зменшення коефіцієнта використання матеріалу, а отже і до збільшення вартості деталі, що є нетехнологічним. Можна зробити висновок, що конструктор проставив III групу поковок грамотно і сходячи з службового призначення деталі і виробу. В цілому вимога креслення виготовляти деталь з III-ї групи поковок вважаємо технологічним.

- оцінка технологічності по правильності обґрунтування прийнятих значень граничних відхилень.

Дана оцінка проведена в аналізі технічних вимог докладно з усіма обґрунтуваннями в пункті 2. На основі цього можна зробити висновок, що деталь технологічна по даному показнику.

Єдиним мінусом отримання поковки на КГШП є висока вартість виготовлення спеціального штампа для отримання заготовки, але техніко-економічне обґрунтування методу отримання заготовки буде проводитись в наступному етапі курсового проекту.

За умови забезпечення технологічності подальшої механічної обробки більш раціональним є отримання заготовки на КГШП.

Деталь є жорсткою, так як відношення $l / d < 1$ ($80/341 < 1$) (більш докладно в пункті 2). Деталь можна обробляти в універсальних пристроях, але це веде до збільшення трудомісткості налагодження, тому на деяких операціях застосуємо спеціальні пристосування. Доступ ріжучого інструменту при обробці на одношпиндельних верстатах одним інструментом при послідовній схемі обробці необмежений. При обробці комбінованими інструментами, а також обробці декількома інструментами декількох поверхонь можуть виникнути проблеми.

В цілому ж конструкція деталі технологічна і більшого вдосконалення, ніж це зробив конструктор без шкоди для службового призначення деталі і виробу, на даному етапі розвитку науки і техніки запропонувати неможливо.

Визначення коефіцієнта використання матеріалу:

$$K_{им} = \frac{M}{M_m}, \quad (4.1)$$

									Лист
									17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

де М - маса готової деталі, М = 28 кг

Мм - маса заготовки, Мм = 44,8 кг

$$M_m = M_d \cdot K_p = 28 \cdot 1,6 = 44,8 \text{ кг} \quad (4.2)$$

$$K_{IM} = \frac{28}{44,8} = 0,625$$

Визначення рівня технологічності конструкції з використання матеріалу:

$$K_{yu} = \frac{K_{бIM}}{K_{IM}}, \quad (4.3)$$

де Кб_{IM} - базовий коефіцієнт використання матеріалу, Кб_{IM} = 0,3 (за даними підприємства, на якому виготовлялася деталь);

$$K_{yu} = \frac{0,3}{0,714} = 0,42$$

Визначаємо коефіцієнт точності обробки:

$$K_{mu} = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{\sum n_i}{\sum T \cdot n_i} \quad (4.4)$$

де $\sum n_i$ - число розмірів відповідного класу точності;

T - клас точності обробки.

$$\sum n_i = 1 + 1 + 1 + 5 + 1 = 9.$$

$$\sum T \cdot n_i = 7 \cdot 1 + 8 \cdot 1 + 9 \cdot 1 + 14 \cdot 5 + 16 \cdot 1 = 110.$$

					ТМЗ 17620263-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

$$K_m = 1 - \frac{9}{110} = 0,91 > 0,8.$$

За цим показником деталь технологічна.

Визначаємо коефіцієнт шорсткості:

$$K_u = \frac{1}{Ш_{cp}} = \frac{\sum n_{im}}{\sum Ш \cdot n_{im}}, \quad (4.5)$$

де $\sum n_{im}$ - число поверхонь відповідного класу шорсткості

$$\sum Ш \cdot n_{im} = 2,5 \cdot 2 + 3,2 \cdot 2 + 6,3 \cdot 5 = 42,9.$$

$$K_u = \frac{9}{42,9} = 0,2 < 0,32.$$

По даному показнику деталь є технологічною.

Отже з усіх проаналізованих критеріїв деталь є технологічною.

					ТМЗ 17620263-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

5 ВИБІР СПОСОБУ ОДЕРЖАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

Основною умовою раціональної технології є максимальне наближення форми і розмірів заготовки до форми готової деталі, тому проектування заготовки є одним з найважливіших етапів побудови технологічного процесу. Заводський метод отримання заготовки використовувати не доцільно, оскільки дуже багато металу йде в стружку ($K_3=0,3$), адже заводська заготовка не передбачує наявності центрального отвору. Також заготовки можливо виготовляти за допомогою центробіжного лиття, але отриманні заготовки цим методом не задовольняють якість, через недостатню міцність. Отже для умов дрібносерійного виробництва доцільним буде порівняння двох способів отримання заготовки – це поковка кована на молотах та поковка на пресах. В процесі розрахунків для обох варіантів будемо обирати заготовку з центральним отвором.

Собівартість заготовки кованої на молотах з використанням підкладних штампів розраховуємо за формулою:

$$S_{заг1} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q_2 \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_{II} \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{отх}}{1000}, \text{грн} \quad (5.1)$$

де $C_i = 24000$ грн – базова вартість однієї тони матеріалу, грн.

$Q = 80,5$ кг – маса заготовки;

$q = 28$ кг – маса готової деталі;

$K_T = 1,06$ – коефіцієнт враховуючий точність поковки;

$K_M = 1,6$ - коефіцієнт враховуючий властивості матеріалу;

$K_C = 1,0$ - коефіцієнт враховуючий групу серійності;

$K_{II} = 0,78$ - коефіцієнт враховуючий групу складності;

$K_B = 1,0$ - коефіцієнт враховуючий масу поковки;

$S_{відх} = 3200$ грн – ціна однієї тони відходів,

									Лист
									20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ТМЗ 17620263-00 ПЗ

$$S_{заг} = \left(\frac{24000}{1000} \cdot 180,5 \cdot 1,06 \cdot 1,6 \cdot 1,0 \cdot 0,78 \cdot 1,0 \right) - (180,5 - 110) \frac{3200}{1000} = 3205 \text{ грн}$$

Для порівняння розрахуємо собівартість заготовки отриманої куванням на пресі за формулою 6.1, тільки з іншими коефіцієнтами:

$C_i = 21500$ грн – базова вартість однієї тони матеріалу, грн.

$Q = 48,5$ кг – маса заготовки;

$q = 28$ кг – маса готової деталі;

$K_T = 1,06$ – коефіцієнт враховуючий точність поковки;

$K_M = 1,6$ - коефіцієнт враховуючий властивості матеріалу;

$K_C = 1,0$ - коефіцієнт враховуючий групу серійності;

$K_H = 0,78$ - коефіцієнт враховуючий групу складності;

$K_B = 1,0$ - коефіцієнт враховуючий масу поковки;

$S_{відх} = 3200$ грн – ціна однієї тони відходів,

$$S_{заг} = \left(\frac{22500}{1000} \cdot 180,5 \cdot 1,06 \cdot 1,6 \cdot 1,0 \cdot 0,78 \cdot 1,0 \right) - (180,5 - 110) \frac{3200}{1000} = 2467 \text{ грн.}$$

Отже, порівнюючи вартість отримання заготовки, обираємо виготовлення поковки на КГШП.

Основні припуски (на сторону),мм [4]:

3,3 - діаметр 341,9 та Ra5;

2,2 - діаметр 120 та Ra6,3;

3,0 - діаметр 303 та Ra6,3;

2,6 - діаметр 80 та Ra2,5;

2,2 - діаметр 50 та Ra6,3;

2,2 - довжина 80 та Ra3,2;

1,6 - довжина 30 та Ra6,3;

Додаткові припуски [4]:

- зсув по поверхні роз'єму штампа -1,0(мм).

					ТМЗ 17620263-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

- зігнутість і відхилення від площинності і прямолінійності - 0,6 (мм).

Визначаємо розміри поковки, мм:

$\varnothing 341,9 + (3,3 + 1) \times 2 = 350,5$ - приймаємо 351;

$\varnothing 120 + (2,2 + 1) \times 2 = 126,4$ - приймаємо 127;

$\varnothing 330 - (3 + 1) \times 2 = 322$ - приймаємо 322;

$\varnothing 80 - (2,6 + 1) \times 2 = 72,8$ - приймаємо 72;

$\varnothing 50 - (2,2 + 1) \times 2 = 43,6$ - приймаємо 43;

$L 80 + (2,2 + 1) \times 2 = 86,4$ - приймаємо 87;

Допустимі відхилення розмірів заготовки [4]:

$\varnothing 351 \begin{matrix} +3,2 \\ -1,8 \end{matrix}$

$\varnothing 120 \begin{matrix} +1,8 \\ -1,0 \end{matrix}$

$\varnothing 322 \begin{matrix} +3,2 \\ -1,8 \end{matrix}$

$\varnothing 80 \begin{matrix} +1,8 \\ -1,0 \end{matrix}$

$\varnothing 43 \begin{matrix} +1,6 \\ -0,9 \end{matrix}$

$L 80 \begin{matrix} +1,8 \\ -1,0 \end{matrix}$

Призначаємо технічні вимоги до поковки:

1. Гр. III 40X 223...262 НВ ГОСТ 25054 - 81.
2. Поковка штампована на КГШП ГОСТ 7505-89.
3. Клас точності - Т4, група стали – М2, ступінь складності - С2, вихідний індекс-14.
4. Незазначені радіуси заокруглень - R 5 ... 6 мм.
5. Штампувальні ухили - 5-7°.
6. Допустима величина зсуву по поверхні рознімання штампа - 1 мм.
7. Допустимі відхилення по зігнутості від площинності і прямолінійності не більше 0,6 мм.
8. Маркірувати номер замовлення, номер позиції ударним способом шрифтом 3 ... 5 ГОСТ 2930 - 62.
9. Шорсткість поверхонь поковки Ra 50 мкм.

										Лист
										22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМЗ 17620263-00 ПЗ

6 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Виконаємо розрахунок припусків та знайдемо розміри на обробку циліндричної поверхні $\varnothing 80H7$ мм по принципу професора Кована В.М.

Розрахунок проведений на ЕОМ та показаний в додатку Б.

Розрахункова формула для знаходження припуску зовнішньої циліндричної поверхні має вигляд:

$$2z_{\min} = 2(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (6.1)$$

де $R_{z_{i-1}}$ – величина мікронерівностей поверхні отриманої на попередній операції (переході);

T_{i-1} – глибина дефектного шару поверхні отриманої на попередній операції;

ρ_{i-1} – величина просторового відхилення форми поверхні отриманої на попередній операції (переході);

ε_i – похибка на виконуваний операції (переході).

Перераховані показники є величинами табличними окрім ρ_{i-1} , яка розраховується як

$$\rho_{заг} = \sqrt{\rho_{экс}^2 + \rho_{см}^2} = \sqrt{2,0^2 + 0,7^2} = 1,219 \text{ мкм},$$

а ρ_{i-1} знаходиться в відсотковому відношенні від

$$\rho_{черн} = \rho_{заг} k_y$$

де $k_y = 0,04-0,06$, в залежності від переходу.

									Лист
									26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Вихідні данні для розрахунку припусків на ЕОМ приведені в таблиці 6.1, а самі результати розрахунку у додатку Б.

Таблиця 6.1 – Вихідні данні

Найменування переходу	Точність	Граничні відхилення	Допуск Т, мм	Елементи припуску, мкм				
				R _{zi-1}	h _{i-1}	ρ _{i-1}	ε _y , мкм	
							ε _б , мкм	ε _з , мкм
-	Т4 ГОСТ 7505-89	+2,7 -1,3	4	200	250	1200	1000	800
Розточування чорнове	H14	+0,74	0,74	40	50	72	100	200
Розточування напівчистове	H9	+0,074	0,074	20	20	60	0	0
Розточування чистове	H7	+0,03	0,03	-	-	-	-	-

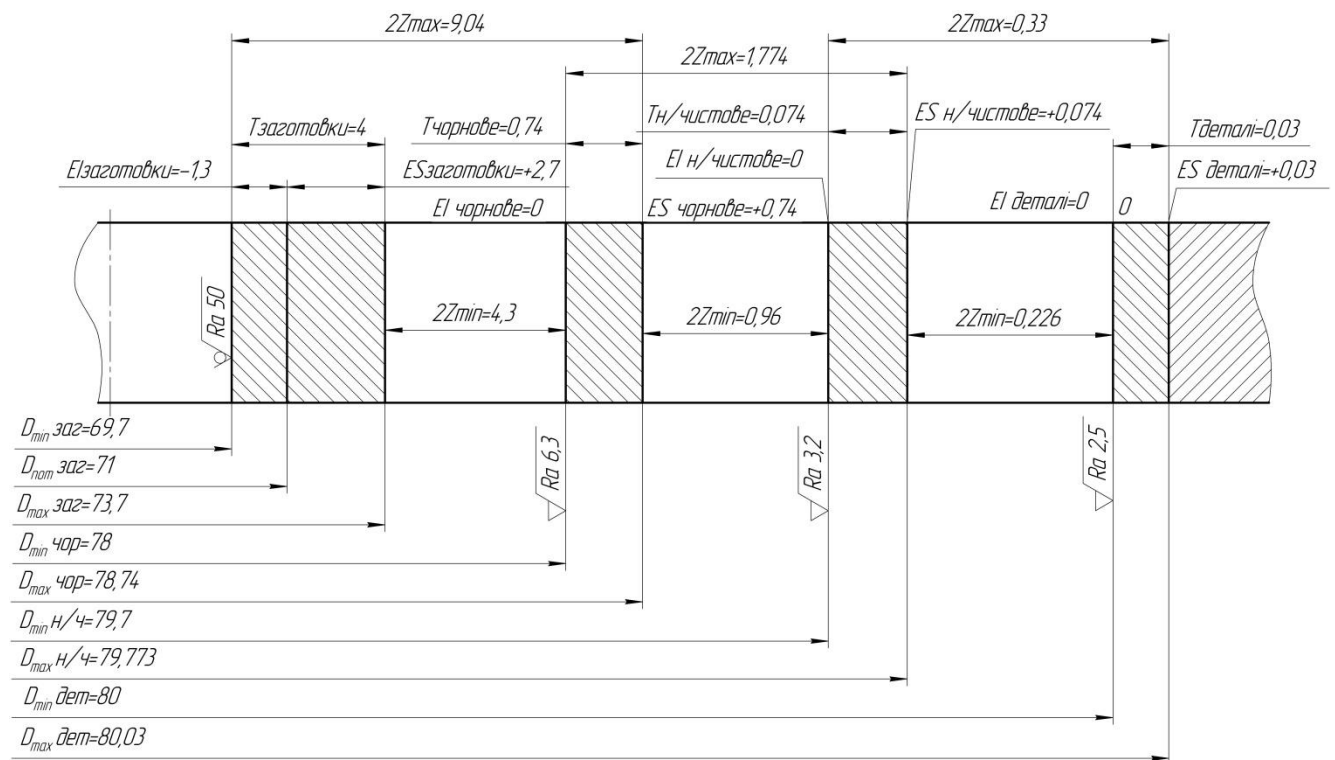


Рисунок 6.1 – Схема розміщення припусків на обробку діаметрального розміру $\varnothing 80H7$ мм

6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування та закріплення заготовки

Для розгляду в цьому пункті було прийнято дві операції технологічного процесу:

- Операція 015 – токарна з ЧПК;
- Операція 035 – свердлильна з ЧПК.

На токарній операції 015 проводиться чорнова обробка заготовки, а саме знімаються напуски і готуються бази під наступне чистову обробку. Обробка відбувається за два установа. Операційний ескіз чорнової обробки заготовки в базовому технологічному процесі наведено на рис. 6.2.

На даній операції заготовка на першому установі А закріплюється за зовнішню циліндричну поверхню $\varnothing 351$ (чорнову базу) з упором в торець в патрон, що самоцентрує, в розточених кулачках на діаметр 360 мм. При цьому виникають дві бази: установча на торці деталі, яка позбавляє її трьох ступенів свободи і подвійна опорна база на циліндричній поверхні, яка позбавляє деталь двох ступенів свободи. На другому установі Б заготовка закріплюється за попередньо оброблену поверхню $\varnothing 343$ з упором в торець. Базування аналогічно. На операції проводиться обробка заготовки згідно ескізу. Як нововведення пропонується дану операцію виконувати на токарному верстаті з ЧПК. Це обумовлено тим, що немає необхідності знімати великі напуски, так як заготовка - поковка штампована на КГШП.

Припуски на заготовці в порівнянні з вільним куванням на молотах менше в 3 рази, а значить, заготовка точніше і при обробці по програмі не доведеться робити багато холостих ходів, щоб уникнути аварії або поломки інструменту. Також нововведення полягає в тому, що на даній операції буде відбуватися чорнова і напівчистова обробка деталі (чистова обробка відбуватиметься на іншому - чистовому верстаті, який буде знімати малі припуски і внаслідок довгий час забезпечувати нам досягнення високої точності), а в базовому технологічному

										Лист
										28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

процесі напівчистова обробка проводилася разом з чистою на універсальному верстаті.

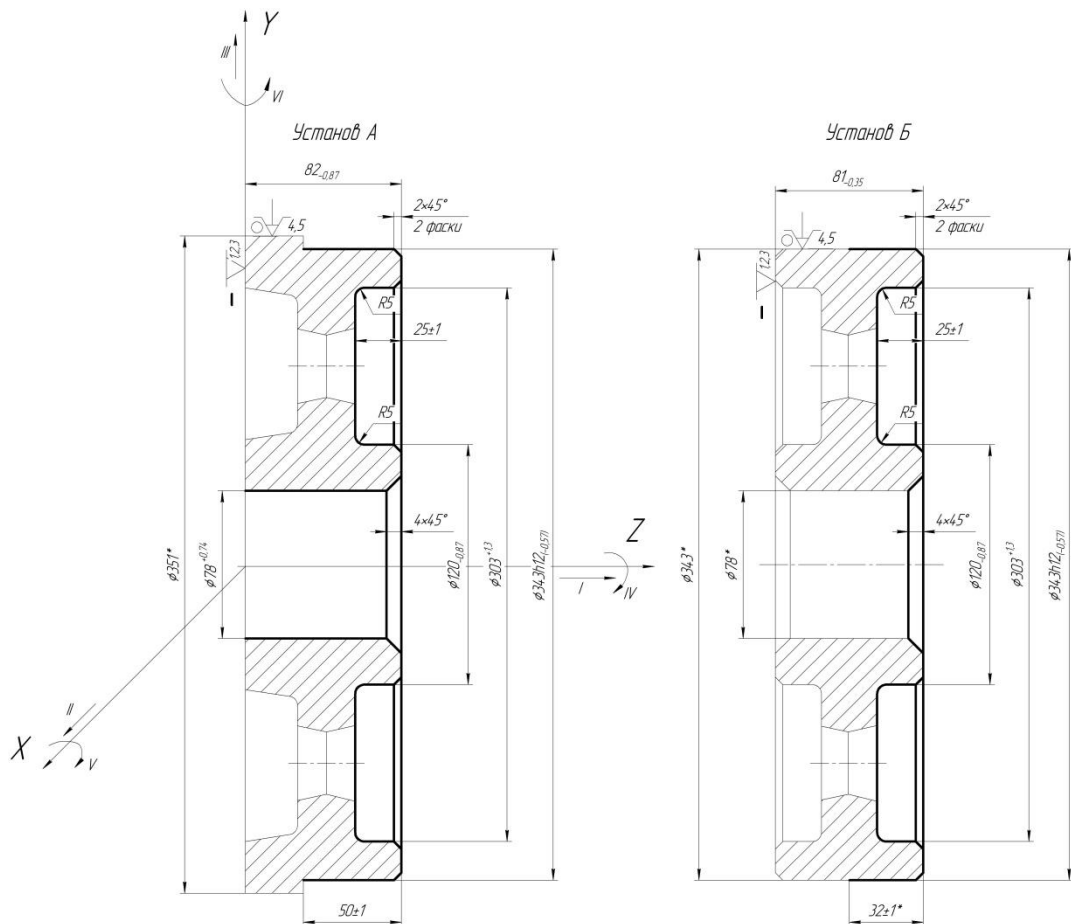


Рисунок 6.2 - Операційний ескіз операції 015 (варіант 1)

Таблиця 6.2– Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування бази
1,2,3	I,V,VI	УБ
5	II, III	ПОБ
-	IV	

Таблиця 6.3 – Матриця зв'язків

База		X	Y	Z
УБ	L	1	0	0
	α	0	1	1
ПОБ	L	0	1	1
	α	0	0	0

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ТМЗ 17620263-00 ПЗ

Лист

29

Базування заготовки на установі А буде здійснюватися, як і в варіанті 1, що не призведе до появи браку. А от на установі Б розглянемо 2-й варіант схем базування (рисунок 6.3). Бази будуть аналогічними (установча на торці та подвійна-опорна на циліндричній поверхні), проте похибка базування буде різною.

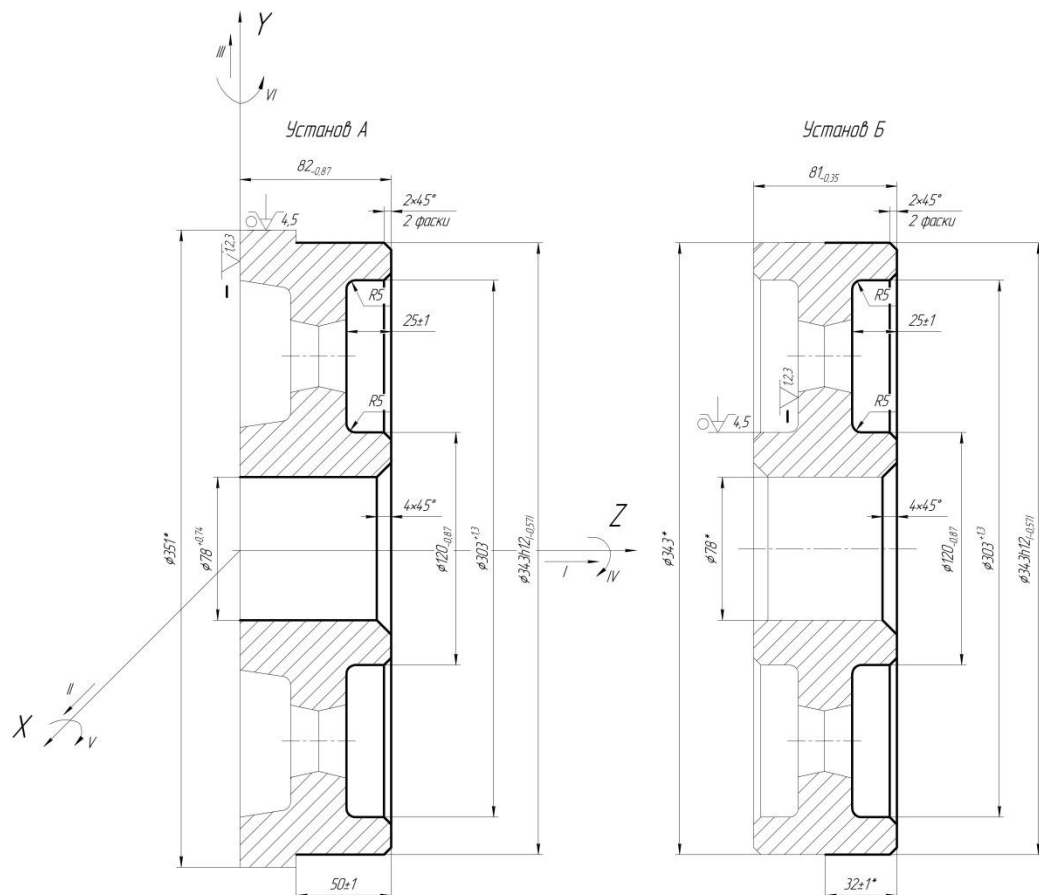


Рисунок 6.3 - Операційний ескіз операції 015 (варіант 2)

При такому базування на деякі розміри виникатиме брак, так як:

- для розміру 25 ± 1 (варіант 1 по рис.6.2) $\varepsilon_{0.25} = T_{81} = 0,35 < T_{25} = 2$ мм –браку нема;
- для розміру 25 ± 1 (варіант 2 по рис.6.3) $\varepsilon_{0.25} = T_{81} + T_{25} = 0,35 + 2 = 2,35 > T_{25} = 2$ мм – брак може виникнути.

Отже проаналізувавши дві схеми виберемо схему базування на установі Б за варіантом 1 (рис. 6.2), тобто за зовнішню циліндричну поверхню та лівий торець.

										Лист
										30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМЗ 17620263-00 ПЗ					

На свердлильній з ЧПК операції відбувається свердління отворів діаметром 50 мм. На даній операції розглянемо дві схеми закріплення заготовки: на оправці Ø80 мм (варіант 1) на рис. 6.4 та закріплення за зовнішню циліндричну поверхню Ø 341,894 з упором в торець в патрон, що самоцентрує, в розточених кулачках на діаметр 342 мм та упором у шпонковий паз для базування у кутовому напрямку (варіант 2) на рис. 6.5. При цьому виникають три бази: установка на торці деталі, яка позбавляє її трьох ступенів свободи, подвійна опорна база на циліндричній поверхні, яка позбавляє деталь двох ступенів свободи та опорна – на поверхні шпонкового пазу.

Визначимо похибки базування для двох варіантів на розмір $215 \pm 2,3$ мм:

- варіант 1 по рис.6.4 $\varepsilon_{\phi 215} = S_{\max} = 0,03 + 0,029 = 0,59 < T_{215} = 4,6$ мм – браку нема;
- варіант 2 по рис.6.4 $\varepsilon_{\phi 215} = T_{\phi 341,894} = 0,089 < T_{215} = 4,6$ мм – браку нема.

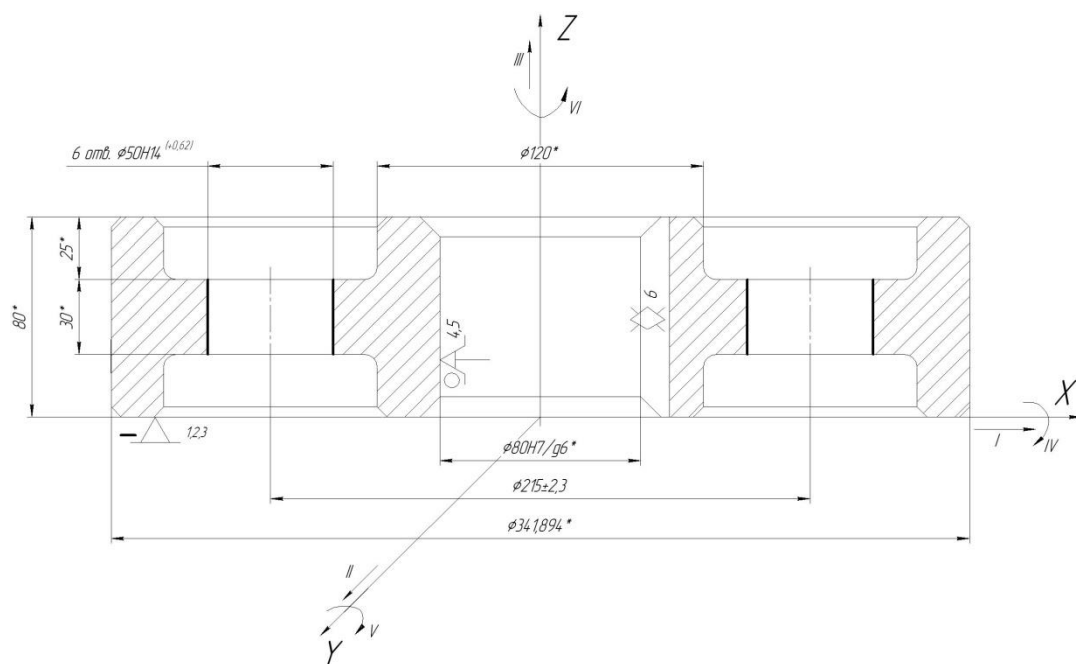


Рисунок 6.4 - Операційний ескіз операції 035 (варіант 1)

Таблиця 6.4– Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування бази
1,2,3	III, IV, V	УБ
5	I, II	ПОБ
6	VI	ОБ

Таблиця 6.5 – Матриця зв'язків

База		X	Y	Z
УБ	L	0	0	1
	α	1	1	0
ПОБ	L	1	1	0
	α	0	0	0
ОБ	L	0	0	0
	α	0	0	1

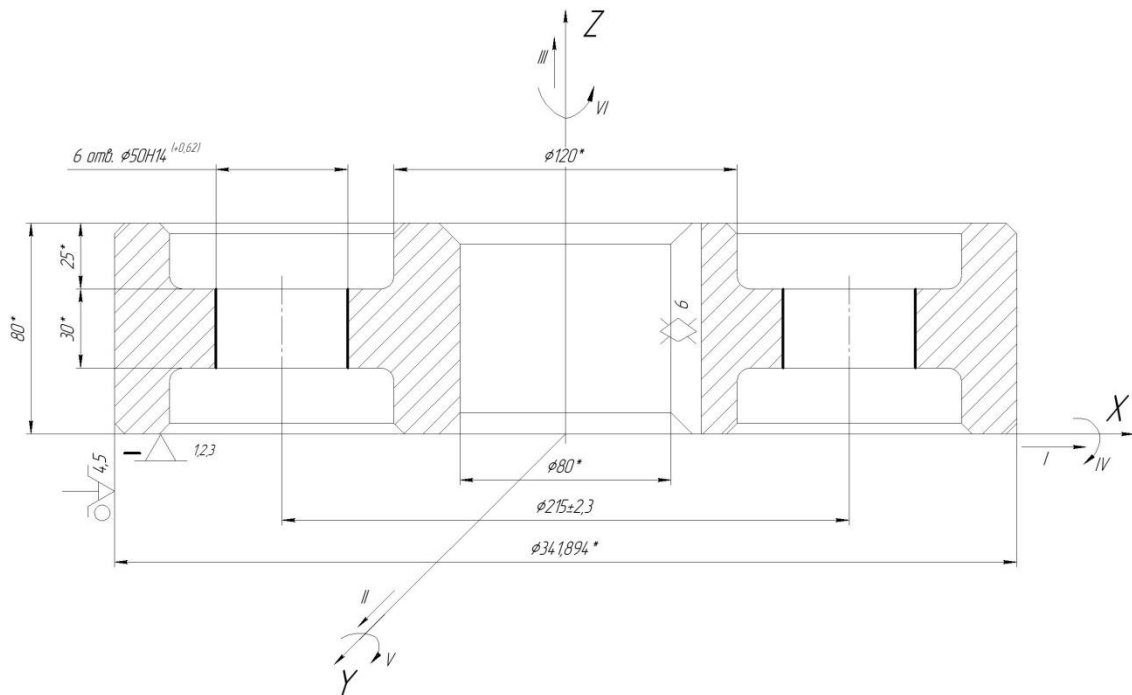


Рисунок 6.5 - Операційний ескіз операції 035 (варіант 2)

У обох схемах браку не виникне, тому з точки зору жорсткості та устойчивості закріплення, а також доступу та вільного виходу інструменту та простоти обираємо схему базування за рис. 6.4

6.3 Обґрунтування вибору металорізального верстата

Для операції 015 - токарна з ЧПК пропонуємо використовувати токарний верстат з ЧПК моделі 16Р30Ф3, паспортні дані якого взяті з [4].

При виборі даного обладнання з огляду на технологічні методи обробки поверхонь на даній операції (на операції проводиться точіння зовнішніх

поверхонь і розточування ступеневої отвори) прийшли до висновку, що даний верстат цілком придатний для здійснення заданої операції.

Потужність даного обладнання становить 22кВт, що має бути достатньо для здійснення даної операції.

Також зручно використання даного верстата з точки зору того, що частота обертання шпинделя (6,3 - 1250 об / хв) і привід подач (поздовжніх -1-2000 мм/хв, а поперечних 1-600 мм / хв) на ньому мають безступінчасте регулювання, що зручно при призначенні режимів різання, так як немає необхідності округляти розрахункове значення подачі і частоти обертання до фактичних по верстата.

Деякі параметри верстата:

- Найбільший діаметр оброблюваної заготовки:
- Над станиною - 630 мм;
- Над супортом - 320 мм;
- Найбільша довжина оброблюваної заготовки - 1400 мм;
- Швидкість швидкого переміщення супорта:
- Поздовжнього - 4800 мм / хв;
- Поперечного - 2400 мм / хв;
- К.п.д верстата 0,85.

Такі габарити дозволяють встановити трьохкулачковий патрон d315 мм 7102-0071-2-1 ГОСТ24351-80 зі зворотними кулачками, розточеними на діаметр 360 мм в якому встановлюється деталь, і безперешкодно її обробити із заданою точністю.

Для операції 035 - свердлильна з ЧПК пропонуємо використовувати металорізальний верстат моделі 2P135Ф2.

При виборі даного обладнання з огляду на технологічні методи обробки поверхонь на даній операції (на операції проводиться розфрезерування отворів) прийшли до висновку, що даний верстат цілком придатний для здійснення заданої операції.

Потужність даного обладнання становить 7,5 кВт, що має бути достатньо для здійснення даної операції.

										Лист
										33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМЗ 17620263-00 ПЗ

Також зручно використання даного верстата з точки зору того, що частота обертання шпинделя (10 - 2000 об / хв) і привід подач (1-1200 мм / хв) на ньому мають безступінчасте регулювання, що зручно при призначенні режимів різання (немає необхідності округляти розрахункове значення подачі і частоти обертання до фактичних по верстата).

Габарити робочого простору цілком задовольняють умовам даної операції, а саме:

Розміри робочої поверхні столу, мм 1200x800

Виліт шпинделя, мм 70

Відстань від торця шпинделя до робочої поверхні столу, мм 600

Найбільша маса оброблюваного виробу, кг 300

Найбільше переміщення столу:

- Поздовжнє, мм 600

- Поперечне, мм 500

Найбільший діаметр:

свердління в сталі, мм 35;

розсвердлювання в сталі, мм 65;

Дискретність відліку координат по осях, мм 0,01

Точність установки координат, мм 0,01

Число T-подібних пазів 5

Ширина паза, мм 18

Конус шпинделя Морзе 5

Верстат також обраний відповідно до рекомендацій по вибору обладнання в дрібносерійному виробництві. Цей верстат оснащений системою з ЧПК що дозволяє робити його швидке переналагодження на обробку інших деталей.

										Лист
										34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМЗ 17620263-00 ПЗ

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

Для установки і закріплення деталі на операції 015 в якості пристроїв використовуємо універсальне пристосування - трьохкулачковий патрон 7102-0071-3-1 ГОСТ 24351-80 з розточеними на діаметр 360 мм і довжину 30 мм кулачками. Патрон з ручним приводом. Трьохкулачковий патрон був обраний, враховуючи дрібносерійний тип виробництва. В даному пристосуванні шляхом нескладного переналагодження можуть оброблятися деталі подібні заданої (диски, фланці з $l/d < 1$).

Для обробки заданих поверхонь на операції застосовуємо такі прогресивні ріжучі інструменти, взамін інструментів з напайними пластинами:

- Різець прохідний упорний PCLNR2525K12 з T5K10 - для точіння зовнішніх поверхонь і підрізання торців;

- Різець розточний прохідний упорний S32PCLNR з T5к10 - для розточування внутрішніх поверхонь і підрізання торців.

- Різець для торцевих канавок RF123-05-2525 з T5K10 – для розточування торцевих канавок глибиною 25 мм.

При обробці застосовуємо мастильно - охолоджуюча рідина 7-10% Укрінол-1 ТУ 38 - 101197 - 76 для можливості здійснення обробки з більш високими швидкостями різання.

Допоміжні інструменти для даної не потрібні так як всі ріжучі інструменти безпосередньо встановлюються в рсзцетримач верстата.

Для контролю розмірів на операції 015 - токарна з ЧПК застосовуємо універсальний шкальний інструмент, а саме штангенциркуль ШЦ-П-360-0,05 ГОСТ166-89, застосування якого обумовлено дрібносерійним типом виробництва, а також шаблон R5. Даними інструментами можна проконтролювати всі розміри.

Інструмент був підібраний з умови, щоб ціна поділки була менше 0,33 найменшого допуску розміру на даній операції, контрольованого

										Лист
										35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМЗ 17620263-00 ПЗ

штангенциркулем. Ціна поділки штангенциркуля 0,05 мм, а третя частина допуску на контрольований розмір 0,1 мм (розмір мм), що задовольняє умові.

Для установки і закріплення деталі на операції 035 доцільно буде використати спеціальний пристрій, так як він буде пневматичним та давати постійні зусилля закріплення та зменшить допоміжний час на закріплення. Також даний пристрій буде жорсткішим за універсальний патрон, що дозволить підвищити режими різання.

Всі поверхні на даній операції обробляються начорно (по 14-му квалітету).

Для обробки заданих поверхонь на операції застосовуємо такі ріжучі інструменти:

- Свердло спіральне d 50мм зі швидкорізальної сталі Р6М5 ГОСТ 10903- 77 - для обробки розсвердлювання отворів.

При обробці застосовуємо мастильно - охолоджуючу рідину 7-10% Укрінол1 ТУ 38 - 101197 - 76 для можливості здійснення обробки з більш високими швидкостями різання.

Для даної операції не передбачаємо допоміжні інструменти так як свердло буде установлюватись у шпиндель верстата без перехідних втулок.

Для контролю розмірів на операції 035 застосовуємо універсальний шкальний інструмент а саме штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166 – 89, яким можна проконтролювати отвори.

Застосування даних інструментів економічно обґрунтовано в дрібносерійному виробництві, так як вони універсальні і дозволяють проконтролювати розміри в усій межі вимірювання з однаковою точністю. Тобто можна контролювати різні розміри вимірювання штангенциркулем.

Інструменти також були підібрані з умови, щоб ціна поділки була менше 0,33 найменшого допуску розміру на даній операції, контрольованого штангенциркулем. Ціна поділки штангенциркуля 0,1 мм, а третя частина допуску на контрольований розмір 0,2 мм (розмір 50 (+0,62;0)), що задовольняє умові.

										Лист
										36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМЗ 17620263-00 ПЗ

6.5 Розрахунок режимів різання

Режими різання аналітичним способом для операції 015 - токарна чорнова:

Дано: $D = 351$ мм, $d = 343$ мм, $L = 52$ мм, матеріал – 40Х, ріжучий інструмент із матеріалу Т5К10.

Алгоритм визначення режиму різання: $t \rightarrow S \rightarrow V \rightarrow n \rightarrow T_o$

Визначаємо глибину різання (t)

$z = (351 - 343) / 2 = 4$ мм – шар металу який необхідно зняти;

$t = z / 2 = 4 / 2 = 2$ мм – глибина різання;

Визначаємо подачу (S)

$S_{\text{таб}} = (0,4 \text{—} 0,8)$ мм/об

Приймаємо $S_{\text{таб}} = 0,6$ мм/об ; $S_{\text{верст}} = 0,6$ мм/об.

Усі поправочні коефіцієнти дорівнюють 1, тому до уваги їх не беремо.

Розрахуємо швидкість різання (V)

$$V = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot S^y}} \cdot K_v \quad (6.1)$$

Вибираємо необхідні дані з [14]

$C_v = 217$ $m = 0,2$

$X = 0,15$ $T = 30$ хв

$y = 0,15$

$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{nv}$

K_{nv} – вплив поверхні на швидкість;

K_{iv} – вплив інструмента на швидкість;

K_{mv} – вплив матеріалу на швидкість.

$K_{iv} = 0,65$ $K_{nv} = 0,9$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{nv} = 0,77 \cdot 0,65 \cdot 0,9 = 0,45$$

Знаходимо розрахункову швидкість за формулою:

$$V = \frac{217 \cdot 0,45}{30^{0,2} \cdot 3,75^{0,15} \cdot 0,6^{0,15}} = 101 \text{ м/хв.}$$

Розраховуємо частоту обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad (6.2)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 101}{\pi \cdot 351} = 98 \text{ об/хв.}$$

За паспортними даними верстата приймаємо найближчу частоту 100 об/хв та перераховуємо швидкість різання.

$$V = \frac{\pi \cdot 351 \cdot 100}{1000} = 102 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо основний час, тобто час на безпосередню обробку за формулою:

$$T_o = \frac{L}{S_M} i, \quad (6.5)$$

де $L = 50 + 2 = 52$ мм - довжина обробки з урахуванням врізання;

$i = 2$ – кількість проходів.

Основний час визначаємо за формулою:

$$T_o = \frac{52 \cdot 2}{100 \cdot 0,6} = 1,73 \text{ хв.,}$$

Дані розрахунків режимів різання та основного часу по даній операції зводимо в таблицю 6.6.

					ТМЗ 17620263-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

Таблиця 6.6 – Параметри режимів обробки на операцію 015

Найменування переходу	Параметри режимів обробки					L, мм	T _о , хв.
	t, мм	s, мм/об	n, об/хв	V, м/хв	i		
1	2	3	4	5	6	7	8
Установ А							
Підрізання торця	2	0,6	100	109	2	145	4,83
Точіння поверхні Ø343	2	0,6	100	102	2	52	1,73
Точіння фаски	2	0,6	100	102	1	5	0,08
Розточування торцевої канавки Ø120	3,5	0,1	62	200	1	28	1,4
1	2	3	4	5	6	7	8
Розточування радіуса канавки R5	1,5	0,1	67	200	1	5	0,25
Розточування торця канавки	5	0,1	94	100	18	5	9
Розточування радіуса канавки R5	1,5	0,1	96	100	1	5	0,5
Розточування торцевої канавки Ø303	3,5	0,1	96	100	1	28	1,4
Розточування фаски на Ø303	2	0,1	98	100	1	4	0,4
Розточування фаски на Ø120	2	0,1	62	200	1	4	0,2
Розточування отвору Ø78	2	0,5	99	400	2	85	0,85
Розточування фаски на Ø78	2	0,5	102	400	1	5	0,05
Установ Б							
Підрізання торця	2	0,6	100	109	2	145	4,83
Точіння поверхні Ø343	2	0,6	100	102	2	34	1,13
Точіння фаски	2	0,6	100	102	1	5	0,08
Розточування торцевої канавки Ø120	3,5	0,1	62	200	1	28	1,4
Розточування радіуса канавки R5	1,5	0,1	67	200	1	5	0,25
Розточування торця канавки	5	0,1	94	100	18	5	9
Розточування радіуса канавки R5	1,5	0,1	96	100	1	5	0,5
Розточування торцевої канавки Ø303	3,5	0,1	96	100	1	28	1,4

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТМЗ 17620263-00 ПЗ

Лист

39

Розточування фаски на Ø303	2	0,1	98	100	1	4	0,4
Розточування фаски на Ø120	2	0,1	62	200	1	4	0,2
Розточування фаски на Ø78	2	0,5	102	400	1	5	0,05
Всього							39,93

Операція 035

Проведемо розрахунок аналітичним методом розсвердлювання отвору Ø50 мм. Вихідні данні: оброблюваний матеріал сталь 40Х з межою міцності $\sigma_B=558$ МПа, матеріал ріжучої частини свердла Р6М5, СОЖ – емульсія. Попередній діаметр отвору 43 мм

1. Глибина різання дорівнює $t = \frac{50 - 43}{2} = 3,5$ мм.

2. Подача складатиме $S_T = 0,36$ мм/об, з урахуванням коефіцієнтів

$K_1=0,9$ – коефіцієнт на глибину;

$K_0=0,5$ – коефіцієнт на якість поверхні;

$K_{ж}=0,75$ – коефіцієнт жорсткості системи ТС;

$K_i=1,0$ – коефіцієнт враховуючий матеріал ріжучого інструменту, тоді

$S = 0,36 \cdot 0,9 \cdot 0,5 \cdot 0,75 \cdot 1,0 = 0,12$, приймаємо $S_{пр} = 0,12$ мм/об.

2. Стійкість ріжучого інструменту $T=30$ хв. [4, табл.30]

Знаходимо швидкість різання за формулою [4, с.276]

$$V = \frac{C_V D^g}{T^m S^y} K_V, \quad (6.6)$$

де $C_V = 3,5$, $g = 0,5$, $y = 0,45$, $m = 0,12$ – коефіцієнти та показники в формулі швидкості різання [14];

K_V – поправочний коефіцієнт на швидкість різання, враховуючий фактичні умови різання та знаходиться за формулою [14]:

									Лист
									40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМЗ 17620263-00 ПЗ				

$$K_V = K_{MV} K_{PV} K_{IV}, \quad (6.7)$$

де $K_{MV} = 1,0$ - поправочний коефіцієнт, на оброблюваний матеріал [4. табл. 4];

$K_{PV} = 0,8$ – поправочний коефіцієнт, враховуючий поверхню заготовки;

$K_{IV} = 0,5$ – поправочний коефіцієнт, враховуючий інструментальний матеріал.

Тоді:

$$K_V = 1,0 \cdot 0,8 \cdot 0,5 = 0,4.$$

З урахуванням показників знаходимо швидкість різання:

$$V = \frac{3,5 \cdot 19^{0,5}}{15^{0,12} \cdot 0,12^{0,45}} \cdot 0,4 = 28,8 \text{ м/хв.}$$

3. Знаходимо частоту обертання шпинделя по формулі

$$n_{ш} = \frac{1000V}{\pi \cdot D} \quad (6.8)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 28,8}{\pi \cdot 50} = 183 \text{ об/хв.}$$

Коректуємо значення обертання шпинделя з паспортним $n = 160$ об/мин.

4. З урахуванням прийнятого значення розраховуємо фактичну швидкість різання по формулі:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad (6.7)$$

					ТМЗ 17620263-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

$$v = \frac{\pi \cdot 50 \cdot 160}{1000} = 25,1 \text{ м/хв.}$$

5. Знаходимо крутний момент по формулі [14]:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S^y K_p, \quad (6.8)$$

де $C_M = 0,041$, $q = 2,0$, $y = 0,7$ – коефіцієнти та показники в формулі [9];

K_p – поправочний коефіцієнт враховуючий вплив оброблюваного матеріалу [9];

$$K_p = (\sigma_B / 750)^n, \quad (6.9)$$

де $n = 0,75$ – показник

$$K_p = (\sigma_B / 750)^n = (558 / 750)^{0,75} = 0,8.$$

З урахуванням поправочних коефіцієнтів маємо:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,041 \cdot 50^{2,0} \cdot 0,12^{0,7} \cdot 0,8 = 22,3 \text{ Нм.}$$

Знаходимо потужність необхідну для обробки по формулі:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}. \quad (6.11)$$

$$N = \frac{22,3 \cdot 160}{9750} = 2,85 \text{ кВт.}$$

7. Потужність різання менше потужності верстата з урахуванням КПД (0,8) ($2,85 < 5,5 \cdot 0,8$ кВт), обробка можлива.

					ТМЗ 17620263-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

8. Розраховуємо основний час по формулі:

$$T_o = \frac{L_p}{S \cdot n} \quad (6.12)$$

$$l_p = l + l_1' + l_2'' \quad (6.13)$$

де $l_1' = 0,3 D = 0,3 \cdot 50 = 15$ мм, беремо 15 мм, при подвійному заточуванні
врізування свердла;

$l_2'' = 3$ мм, перебіг свердла.

Тоді:

$$l_p = 30 + 15 + 3 = 48 \text{ мм}$$

$n = 160$ об/хв - частота обертів шпинделя;

$S = 0,12$ мм/об - подача;

$$T_o = \frac{48}{160 \cdot 0,12} = 2,5 \text{ хв.}$$

Таблиця 6.7 – Параметри режимів обробки на операцію 035

Номер і текст переходу	Параметри режимів обробки					L, мм	T _o , хв
	t, мм	S, мм/об	n, об/хв	V, м/хв	i		
Розсвердлити 6 отворів ø50	3,5	0,12	160	25,1	6	48	18
Всього							18

6.6. Технічне нормування операції

Технічне нормування операцій -здійснюємо згідно вибору з відповідної літератури норм допоміжного часу.

Метою даного нормування є визначення норми штучно - калькуляційного часу на операції.

Визначаємо допоміжний час, для операції 015, за формулою:

$$T_d = T_{уст} + T_{уп} + T_{вим}, \quad (6.13)$$

де $T_{уст} = 3,68$ хв - час на установку і зняття заготовки [15];

$T_{уп} = 3,4$ - допоміжний час з управління верстата [15];

$T_{вим} = 2,5$ хв - час на вимірювання [15].

$T_d = 3,68 + 3,4 + 2,5 = 9,58$ хв.

Визначаємо оперативний час:

$$T_{оп} = T_o + T_d, \quad (6.14)$$

$$T_{оп} = 39,93 + 9,58 = 49,51 \text{ хв.}$$

Визначаємо додатковий час, який складається з часу на обслуговування та часу на відпочинок і визначається у відсотках від оперативного часу [15]:

$$T_{доп} = T_{оп} \cdot 4\% = 49,51 \cdot 0,04 = 1,98 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучний час за формулою:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_v. \quad (6.15)$$

$$T_{шт} = 49,51 + 1,98 = 51,49 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою:

					ТМЗ 17620263-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

$$T_{шт-к} = T_{шт} + T_{пз}/N, \quad (6.16)$$

де $T_{пз} = 35$ хв - підготовчо-заклучний час, що складається з часу: отримання креслення і наряду, ознайомлення з роботою та кресленням, інструктаж майстра, настроювання пристрою подачі ЗОР;

$N = 190$ шт. - кількість деталей у партії.

$$T_{шт-к} = 51,49 + 35/190 = 51,67 \text{ хв.}$$

Визначаємо допоміжний час, для операції 035, за формулою:

$$T_d = T_{уст} + T_{уп} + T_{вим},$$

де $T_{уст} = 4,2$ хв - час на установку і зняття заготовки [15];

$T_{уп} = 6,3$ - допоміжний час з управління верстата [15];

$T_{вим} = 2,2$ хв - час на вимірювання [15].

$$T_d = 4,2 + 6,3 + 2,2 = 12,7 \text{ хв.}$$

Визначаємо оперативний час за формулою 6.14:

$$T_{оп} = 18 + 12,7 = 30,7 \text{ хв.}$$

Визначаємо додатковий час, який складається з часу на обслуговування та часу на відпочинок і визначається у відсотках від оперативного часу:

$$T_{доп} = T_{оп} \cdot 4\% = 30,7 \cdot 0,04 = 1,22 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучний час за формулою 6.15:

$$T_{шт} = 30,7 + 1,22 = 31,92 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою 6.16:

					ТМЗ 17620263-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

де $T_{п.з} = 30$ хв - підготовчо-заклучний час, що складається з часу: отримання креслення і наряду, ознайомлення з роботою та кресленням, інструктаж майстра, настроювання пристрою подачі ЗОР;

$N = 190$ шт - кількість деталей у партії.

$$T_{шт-к} = 31,92 + 30/190 = 32,08 \text{ хв.}$$

					ТМЗ 17620263-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

7 ПРОЄКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ

Проектування верстатного пристрою на свердлильну з ЧПК операцію.

Обґрунтування необхідності створення пристосування. Вибір системи пристосування.

В даний час заготовка обробляється на універсальному обладнанні в трикулачковому патроні (встановленим на ділильну головку) з ручним приводом. Застосування спеціального пристосування з механізованим приводом дозволить знизити трудомісткість обробки, підвищити стабільність точностних параметрів операції. Орієнтовно в заданих умовах слід визнати найбільш раціональної систему нерозбірних спеціальних пристосувань (НСП) [8].

Дана операція комплексна на обробному центрі з ЧПК виконується на верстаті моделі 2P135Ф2.

Уточнення мети технологічної операції.

На даній операції повинні формуватися такі розміри: 6 наскрізних отворів $\varnothing 50$ мм.

Отвори $\varnothing 50$ мм є вільними розміром, а значить відповідно до технічних вимог на виготовленні деталі, допуск беремо по 14 квалітету точності [10].

$$T_{\varnothing 50} = 620 \text{ мкм}$$

Точність лінійних розмірів аналізувати недоцільно, тому що отвори наскрізні.

Шорсткість оброблюваних поверхонь.

Шорсткість оброблюваних поверхонь, яка вказана на кресленні, має значення 6,3 мкм за критерієм Ra.

Аналіз базових поверхонь.

Конструкція пристосування буде припускати базування заготовки по торцю і по внутрішній циліндричній поверхні $\varnothing 80H7$.

Згідно креслення отвір $\varnothing 80$ обробляється по IT7.Согласно [10] знаходимо значення допуску: $T_{\varnothing 80} = 30 \text{ мкм}$.

										Лист
										55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМЗ 17620263-00 ПЗ

Це означає, що діаметр отвору виконаний з параметрами $\text{Ø}80\text{H}7 (+0,03; 0)$. Довжина отвору 80 мм. Відношення $l / d < 1$, що свідчить про можливість використання отвори як подвійної опорної бази.

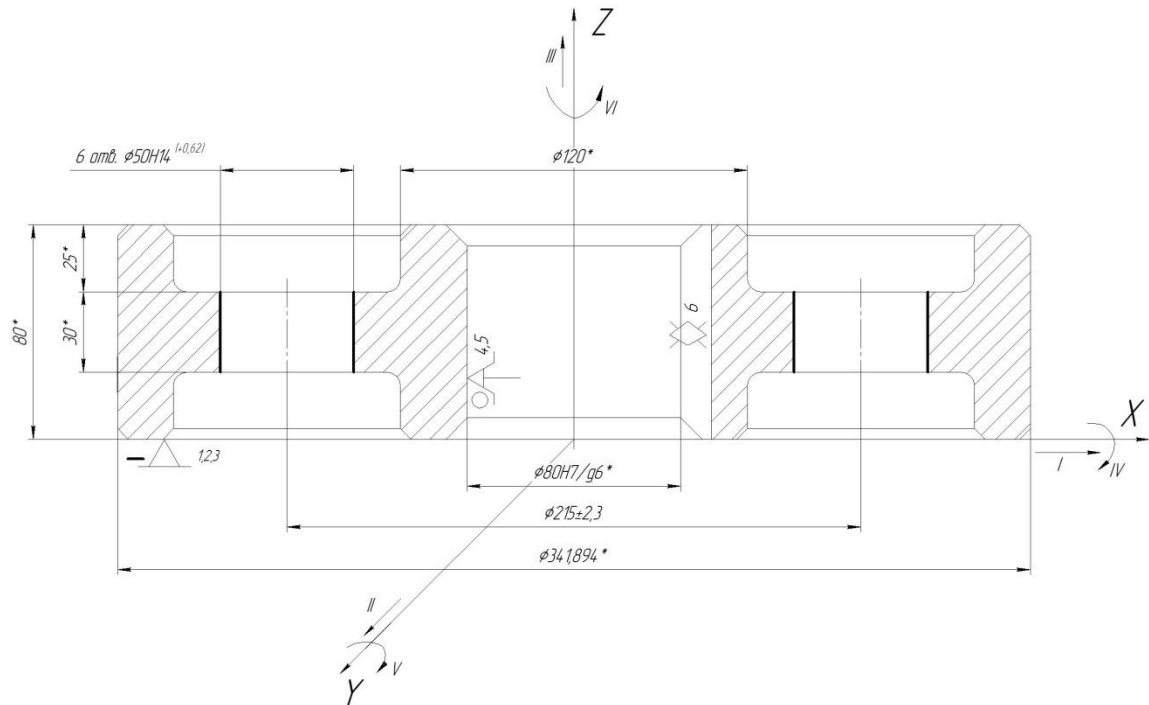


Рисунок 7.1 - Схема базування заготовки на свердлильній з ЧПК операції

Шорсткість базових поверхонь.

Шорсткість поверхні, зазначена на кресленні для діаметра $\text{Ø}80\text{H}7$ та торцю відповідає за критерієм $Ra 2,5$ мкм, що є достатнім досягнення необхідної точності на даній операції.

У проектуваному пристосуванні планується обробляти заготовки з базовими поверхнями саме такими або в межах ± 10 мм розмірів з вказаними параметрами точності. Іншими словами, адаптивні властивості настановних елементів пристосування повинні знаходитися в межах допусків зазначених розмірів.

Визначення умов в яких буде виготовлятися і експлуатуватися проектуване пристосування.

										Лист
										56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Річна програма випуску визначена в 2000 деталей. Така програма з урахуванням трудомісткості передбачає дрібносерійний тип виробництва. Але проектування даного пристосування проводиться в навчальних цілях.

Заготівля буде оброблятися на багатоцільовому верстаті 2Р135Ф2 з системою ЧПК. Паспортні дані верстата наведені в пункті 6.3.

Обробка на даній операції здійснюється свердлом Ø50 мм. Пристосування має обслуговуватися верстатником 3-го розряду.

Складання переліку реалізованих функцій.

0. Переміщення і попередня орієнтація заготовки.

1. Базування заготовки.

2. Закріплення заготовки.

3. Базування пристосування на верстаті.

4. Закріплення пристосування на верстаті.

5. Підведення і відведення енергоносія.

6. Освіта вихідної сили для закріплення.

7. Управління енергоносієм.

8. Об'єднання функціональних вузлів (корпус).

9. Обробка поверхонь згідно ескізу.

10. Створення безпечних умов праці.

Аналіз схем базування та закріплення був виконаний раніше.

Розрахунок сил закріплення.

Розрахуємо коефіцієнт запасу за формулою з [2, с.85]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad , \quad (7.1)$$

де k_0 - коефіцієнт гарантованого запасу. $k_0 = 1,5$;

k_1 - коефіцієнт враховує збільшення сил різання через випадкові нерівності на оброблюваних поверхнях ($k_1 = 1,1$);

k_2 - коефіцієнт що характеризує збільшення сил різання внаслідок затуплення ріжучого інструменту ($k_2 = 1,7$);

										Лист
										57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

k_3 - коефіцієнт враховує збільшення сил різання при переривчастому різанні ($k_3 = 1$);

k_4 - коефіцієнт що характеризує сталість сили закріплення зажимного механізму ($k_4 = 1,2$);

k_5 - коефіцієнт що характеризує ергономіку ручних ЗМ ($k_5 = 1$);

k_6 - коефіцієнт враховує наявність моментів, що прагнуть повернути заготовку;

За формулою 7.1:

$$K = 1,5 \times 1,1 \times 1,7 \times 1,0 \times 1,2 \times 1,1 = 3,366.$$

Виходячи з того, що найбільша сила та крутний момент будуть виникати при розсвердлюванні отвору $\varnothing 50$ мм розрахунок сили затиску будемо проводити саме по критерію величини сил та моментів, що виникають при обробці даної поверхні. Осьова сила P_o при цьому буде діяти радіально на центральну оправку, на якій базується деталь, тому в розрахунках її можна не враховувати.

З попередніх розрахунків $M_{кр} = 22,3$ Нм, тобто визначимо силу P_z , що буде намагатися опрокинути заготовку.

$$P_z = 2M_{кр}/D_{св} \quad (7.2)$$

де $D_{св} = 50$ мм- діаметр свердла.

$$P_z = 2 \cdot 22,3 / 0,05 = 892 \text{ Н}$$

Складемо рівняння моментів сил і визначимо силу закріплення W .

Сили тертя $F_{тр1}$ і $F_{тр2}$ будуть діяти на середньому діаметрі опорних площин.

Запишемо умову $M_{тр} > M$

Представимо $M_{тр} = K \cdot l \cdot P_z$

$$F_{тр1} \times \left(\frac{R_1}{2}\right) + F_{тр2} \times \left(\frac{R_2}{2}\right) = K \times l \times P_z$$

$$W \times f_1 \left(\frac{R_1}{2} \right) + W \times f_2 \times \left(\frac{R_2}{2} \right) = K \times l \times Pz$$

$$R_1 = \frac{D_{\text{ш}} + D_o}{2} = \frac{120 + 80}{2} = 100 \text{ мм},$$

де $D_{\text{ш}}$ - зовнішній діаметр шайби

$R_2 = (351+80)/2 = 215,5$ мм, де 351 і 80 – розміри, що характеризують опорний торець деталі.

$$l = 215/2 = 107,5 \text{ мм}$$

$f_1 = f_2 = 0,25$ – коефіцієнти тертя по площинах шайби - деталь і деталь-торець пристосування відповідно.

Виразимо силу закріплення W

$$W = \frac{K \times l \times Pz}{f \times ((R_1 + R_2)/2)} = \frac{3,366 \times 107,5 \times 892}{0,25 \times (100 + 215,5)/2} = 8052 \text{ Н}.$$

Обґрунтування вибору приводу.

Для розкріплення досить ходу 5-10 мм, отже, раціонально вибрати тарілчасту гумовотканинну пневмокамеру однобічної дії з діаметром діафрагми визначається за формулою:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{W}{p}} = 1,13 \times \sqrt{\frac{8052}{0,4}} = 157,3 \text{ мм} \quad (7.3)$$

де $p = 0,4$ МПа - тиск повітря в мережі.

Приймаємо по ГОСТ найближчий більший діаметр $D = 160$ мм.

Отже розраховуємо фактична силу закріплення при діаметрі пневмокамери 160 мм по ГОСТ.

									Лист
									59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМЗ 17620263-00 ПЗ				

$$W_{\phi} = \frac{D^2 \times p}{1,13^2} = \frac{160^2 \times 0,4}{1,13^2} = 8100H$$

Точнісіні розрахунки пристосування.

З інформаційної точки зору розрахунки допусків на виготовлення елементів пристосування являють собою перетворення інформації про обробки поверхонь деталі на даній операції в точнісіні до пристосування.

Перш ніж приступити до розрахунку точності, визначимо розрахункові параметри, які більшою мірою впливають на досягнення заданих допусків обробляє деталі. При обробці заданої деталі на операції до розрахунковим параметрам слід віднести найбільш жостким допуском на кресленні є $45 \pm 0,31$ мм.

Деталь базується на даній операції по поверхні $\varnothing 255H7$ *тобто можна говорити про те що технологічна та вимірювальна бази збігаються.

Визначимо допустиму похибку на паралельність верхнього торця склянки до настановної поверхні плити за формулою [9, с 26]:

$$\varepsilon_{np} = T - K_T \cdot \sqrt{(K_{T1} \cdot \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_u^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2 + \varepsilon_{поз}^2}, \quad (7.4)$$

де T - допуск розміру $T = 0,62\text{мм} = 620$ мкм;

K_T - коефіцієнт, що враховує можливе відступ від нормального розподілу окремих складових, приймаємо $K_T = 1,2$;

K_{T1} - коефіцієнт, який враховує деяке зменшення граничного значення похибки базування, що приймається до уваги, коли похибки базування не дорівнюють нулю, в даному випадку $K_{T1} = 0,85$;

ε_{δ} - похибка базування заготовки, яка в даному випадку буде дорівнює максимальному зазору між оправленням і отвором деталі.

$$\varepsilon_{\delta} = S_{\max} = 80,03 - 79,98 = 0,05 \text{ мм} = 50\text{мкм}.$$

									Лист
									60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМЗ 17620263-00 ПЗ				

ε_z - похибка закріплення заготовки, тому привід механізований і похибка закріплення буде постійною, то враховуємо її один раз при налаштуванні верстата, приймаємо $= 0$;

ε_y - похибка установки пристосування на верстаті, враховує зазори між установочними елементами пристосування і посадочними елементами верстата (шпонками). Пристосування встановлюється на стіл за двома шпонками по посадці 18Н9 / h9. Але величина зазору на похибку отримуваних розмірів не впливає, так як вони вимірюються в різних напрямках.

ε_n - похибка перекосу інструменту. Обробка вестиметься спіральними свердлами відповідного діаметру, але перед цим отвори необхідно зацентрувати центрувальним свердлом, щоб виключити (або принаймні мінімізувати відведення свердла). Тобто похибка перекоса $= 0$.

ε_u - похибка, що виникає внаслідок зносу настановних елементів пристосування. Величина зносу залежить від програми випуску деталей і форму настановної поверхні.

Похибка зносу настановних елементів пристосування визначаємо за формулою:

$$\varepsilon_u = \beta_2 \cdot N, \quad (7.5)$$

де $\beta_2 = 0,001$ - постійний коефіцієнт, узятий за рекомендаціями [9];

N - Число контактів заготовки з опорою. Річний випуск деталей = 2000 шт. Пристосування передбачається експлуатувати без ремонту і заміни деяких настановних елементів 2 роки, тому

$$N = N_r \cdot n = 2000 \cdot 2 = 4000 \text{ штук.}$$

$$\varepsilon_u = 0,001 \cdot 4000 = 0,4 \text{ мм} = 400 \text{ мкм.}$$

									Лист
									61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

K_{T2} - коефіцієнт, що враховує ймовірність появи похибки обробки, приймаємо за рекомендаціями [9, с 42] $K_{T2} = 0,6$;

w - середня економічна точність обробки, по [9, с.42] при свердлінні отворів середня економічна точність - 12 квалітет. Отже в розрахунках приймаємо допуск на найбільший діаметр оброблюваного отвору по 12-му квалітету тобто для отвори $\varnothing 50H12 w = 250$ мкм;

$\varepsilon_{\text{поз}}$ - Похибка позиціонування верстата. З паспорта верстата 2P135Ф2, на якому буде проводиться обробка = 20 мкм.

Виконуємо розрахунок допустимої похибки пристосування, яку не можна перевищити при виготовленні його деталей і їх складанні.

$$\varepsilon_{\text{пр}} = 620 - 1,2 \cdot \sqrt{(0,85 \cdot 50)^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 + 300^2 + (0,6 \cdot 250)^2 + 20^2} = 620 - 516,3 = 103,7 \text{ мкм}$$

За ГОСТ 24643-81 приймаємо найближче менше значення допуску паралельною торцевої поверхні деталі опора до підстави плити. Дана вимога, а саме паралельність двох поверхонь прийнято тому, що саме ця похибка буде надавати найбільший вплив на точність обробки, а саме витримування в заданих межах допуску.

Найближче стандартне значення допуску паралельності по [1, с.108] 100 мкм для діапазону розмірів 250-360 мм, в який входить розмір $\varnothing 351$ - плоскості торця, відповідає 10-й ступені точності.

Отже, на кресленні пристосування проставляємо допуск паралельності торця стакану до основи плити рівний 0,1мм.

Опис пристрою і принципу дії пристосування.

Пристосування у збірці має задовольняти технічним вимогам-ям креслення загального вигляду і забезпечувати якісну обробку заготовки по заданих розмірах.

									Лист
									62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМЗ 17620263-00 ПЗ				

Пристрій складається з плити під якою змонтована пневмокамера і на якій встановлено стакан. При подачі стисненого повітря в і верхню порожнину відбувається закріплення заготовки. Подача повітря здійснюється через триходовий розподільний кран. При відключенні подачі повітря по-засобом перемикання триходового крана відбувається процес розкріплення заготовки за допомогою пружини (камера односторонньої дії).

Розрахунок на міцність.

Розраховуємо на міцність різьблення штока. По конструктивних міркувань і попередньої компонованні пристосування прийємо різьбу на штоку М12х1,75-6g. Сила на штоку $W = 8100$ Н, матеріал гвинта - Сталь 40 ГОСТ 1050-88.

Внутрішній діаметр різьби розраховується за формулою:

$$d_B = d_n - (0,541P) \cdot 2 \quad (7.6)$$

де d_n – зовнішній діаметр різьби;

P – шаг різьби.

$$d_g = 12 - (0,541 \cdot 1,75) \cdot 2 = 10,2065 \text{ мм}$$

Мінімальна площа поперечного перерізу різьби розраховується за формулою:

$$S_{\min \text{pez}} = \frac{\pi d_g^2}{4} \quad (7.7)$$

де d_B – внутрішній діаметр різьби.

$$S_{\min \text{pez}} = \frac{\pi \cdot 10,2065^2}{4} = 60,22 \text{ мм}^2$$

					ТМЗ 17620263-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

Межа текучості для Сталі 40 дорівнює 300 МПа.

Допустимі напруги розтягування визначається за формулою:

$$[\sigma_p] = 0,5 \cdot \sigma_T \quad (7.8)$$

Тобто $[\sigma_p] = 0,5 \cdot 300 = 150$ МПа.

Запишемо умова міцності на розтяг:

$$\sigma_p = \frac{W}{S_{\min \text{рез}}} \leq [\sigma_p] \quad (7.9)$$

$\sigma_p = \frac{8100}{60,22} = 135 < 150$ МПа – отже міцність штока забезпечується, так як

міцність забезпечується навіть в його мінімальному перетині (на різьбовій ділянці).

					ТМЗ 17620263-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

ВИСНОВОК

В ході роботи були виконані наступні пункти: - проведено аналіз службового призначення агрегату – кран мостовий 15ТС, вузла агрегату – редуктор Р514 і деталі – шестерня. Крім того виконано опис конструктивних особливостей деталі і умов її експлуатації.

Проведений аналіз технічних вимог на виготовлення деталі шестерня, де проаналізовано матеріал деталі, точність розмірів і шорсткості, пред'являємої до деталі. - Визначено тип виробництва - дрібносерійний (при річному випуску деталей 2000 штук) і організаційні умови роботи.

Зроблений вибір методу отримання заготовки згідно ДСТУ. Обраний метод отримання заготовки - штампування на КГШП. В результаті розрахунків отримали заготовку з мінімальними припущеннями, ступінь складності С2, групою стали М2, вихідним індексом 14 і класом точності Т4. Також розроблені технічні вимоги.

Проведений аналіз технологічної операції технологічного процесу. Для аналізу було взято операції 015 токарна та 035 свердлильна. У порівнянні з базовим технологічним процесом операція здійснюється на одному верстатах з ЧПК. Це дає можливість скоротити кількість обладнання, виробничої площі і час на механічну обробку, а так само дає можливість виключити розмітку. Крім того, була проаналізована схема базування заготовки. В результаті прийнято закріпити деталь в спеціальне пристосування, в якому заготовка буде позбавлена п'яти ступенів свободи. Так само для операцій були вибрані необхідні ріжучі та вимірювальні інструменти.

Також розглянуто питання в додатку розділі «Охорона праці».

									Лист
									65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. **Євтухов, В.Г.** Методичні вказівки до кваліфікаційної роботи бакалаврів для студентів спеціальності 6.05050201 «Технології машинобудування» / укладач В.Г. Євтухов. – Суми : Сумський державний університет, 2017. – 44 с.
2. **Горбацевич, А.Ф.** Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пос. [Текст] / А. Ф. Горбацевич, В. А. Шкред. — 4-е изд., перераб. и доп. — Минск : Высшая школа, 1983. — 256 с.
3. **Косилова, А. Г.** Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. Т.1 [Текст] / А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1986. — 656 с.
4. **Косилова, А. Г.** Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. Т.2 [Текст] / А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. — 4-е изд., перераб. и доп. —М.: Машиностроение, 1986. — 496 с.
5. **Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резанья для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ. Часть I. Нормативы времени.** – Москва : Экономика, 1990.
6. **Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ, часть II (нормативы режимов резания).** – Москва : Экономика, 1990.
7. **Добриденьов І.С.** Курсове проектування по предмету «Технологія машинобудування»: Учб. посібник для технікумів за спеціальністю «Обробка металів різанням». - М.: Машинобудування, 1985. 184 с., іл.
8. **Гжиров Р.И.** Краткий справочник конструктора: Справочник-Л.: Машиностроение, Ленингр. отд - ние, 1983.- 464 с.
9. **ГОСТ 7505-89** Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски

										Лист
										66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТМЗ 17620263-00 ПЗ					

10. ГОСТ 24643-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. Числовые значения.

11. **Приходько В.П.**, Литвин О.В. Проектування оснащення верстатів, роботів і машин: Навч. посіб. – Київ: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2018. – 212 с.

12. ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам

13. **Кушніров, П.В.** Методичні вказівки до практичних занять з курсу «Технологічна оснастка» / Укладач П.В. Кушніров. – Суми: Вид-во СумДУ, 2009. – Ч.1. – 52с.

14. **Кушніров, П.В.** Лабораторний практикум з курсу “Технологічна оснастка”/Укладач П.В. Кушніров, А.В. Євтухов, І.М. Дегтярьов. – Суми: Сумський державний університет, 2019.– 158с.

15. **Жидецький, В.Ц.** Основи охорони праці. // В. Ц. Жидецький, В.С. Джигирей, О.В. Мельников — Вид. 2-е, стереотипне. — Львів: Афіша, 2000. — 348 с.

					ТМЗ 17620263-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67