

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

технічних систем та енергоефективних технологій

(повна назва інституту/факультету)

технології машинобудування, верстатів та інструментів

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ (підпис)

_____ (Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

_____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня **бакалавр**

(бакалавр / магістр)

зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» _____ ,

(код та назва)

освітньо-професійної програми «Технології машинобудування»

(освітньо-професійної / освітньо-наукової)

(назва програми)

на тему: «Проектування технологічного процесу виготовлення диску

направляючого 1.3000-381.202.02.»

Здобувача (ки) групи ТМ-91/1 Маркова Ростислава Владиславовича

(шифр групи)

(прізвище, ім'я, по батькові)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ (підпис)

Ростислав МАРКОВ

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник

доцент, к.т.н., доцент Іван ДЕГТЯРЬОВ

(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

_____ (підпис)

Консультант¹⁾

_____ (посада, науковий ступінь, вчене звання Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

_____ (підпис)

Суми – 2023

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра: 64 с., 8 рис., 14 табл., 19 джерел.

Мета роботи - проектування технологічного процесу виготовлення деталі «Диск направляючий».

Об'єкт дослідження - деталь «Диск направляючий», яка входить до складу плоскошліфувального верстата 3E711B.

Предмет дослідження - операції технологічного процесу механічної обробки деталі «Диск направляючий».

В першому розділі даної роботі мною були виконані аналіз службового призначення виробу, вузла, деталі, розроблений новий технологічний процес обробки деталі «Диск направляючий», яка входить до складу плоскошліфувального верстата 3E711B. У другому розділі провів аналіз технічних вимог і виявлення технологічних задач при виготовленні деталі. У третьому розділі визначив тип виробництва та форму його організації. У п'ятому, обирав метод отримання заготовки. У шостому розділі виконав аналіз існуючого технологічного процесу, обґрунтував вибір металорізального верстата, вибір верстатних пристроїв металорізального та вимірювальних інструментів на операціях 020 Токарна з ЧПК та 060 фрезерна з ЧПК. Були проведені розрахунки режимів різання для даних операції та норми часу за табличним методом.

**ДИСК НАПРАВЛЯЮЧИЙ, ВЕРСТАТ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС,
РЕЖИМИ РІЗАННЯ, РІЖУЧИЙ ІНСТРУМЕНТ**

ЗМІСТ

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.....	8
3 Визначення типу виробництва та форми його організації	11
4 Аналіз технологічності конструкції деталі	15
5 Вибір способу одержання заготовки та розроблення технічних вимог до неї...17	
6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу	22
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку	22
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки	24
6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів.....	29
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів.....	32
6.5 Розрахунки режимів різання.....	35
6.6 Технічне нормування операцій.....	43
7 Проектування верстатного пристрою.....	45
Висновки	54
Перелік джерел посилань	55
Додаток А.....	57
Додаток Б.....	58
Додаток В.....	59
Додаток Г.....	60

					<i>ТМ 18510172-00 ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Марков				Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Дегтярьов				3	64	
Реценз.					<i>СумДУ, гр. ТМ-91/1</i>		
Н. Контр.	Євтухов						
Затверд.	Іванов						
					<i>Проектування технологічного процесу виготовлення деталі «Диск направляючий 1.3000-381.202.02»</i>		

ВСТУП

У сучасному машинобудуванні особливу роль відводять створенню та впровадженню нової техніки в усіх галузях, прискоренню науково-технічного прогресу країни.

У зв'язку з гнучким використанням та створенням виробничих комплексів механічної обробки різанням особливе значення набувають верстати з ЧПУ. Застосування верстатів з ЧПУ натомість універсального обладнання має суттєві особливості, і створює певну перевагу

- продуктивність верстата підвищується в 1,5 - 5 разів у порівнянні з аналогічними верстатами, але з ручним управлінням;

- поєднується гнучкість універсального обладнання з точністю і продуктивністю верстата-автомата, що і дозволяє вирішувати питання комплексної автоматизації одиничного і серійного виробництва;

- якісно переозброюється машинобудування на базі сучасної електроніки та обчислювальної техніки,

- знижується потреба у кваліфікованих робочих кадрах, а підготовка виробництва переноситься в сферу інженерної праці;

- скорочується час пригоночних робіт у процесі складання, тому що деталі, виготовлені за однією програмою, є взаємозамінними;

- скорочуються терміни підготовки і переходу на виготовлення нових деталей, завдяки централізованому запису програм і простіший універсальній технологічній оснастці,

- знижується тривалість циклу виготовлення деталей та зменшується запас незавершеного виробництва;

Деталь «Диск направляючий», застосовується у плоскошліфувальному верстаті моделі 3E711B, який призначений для виконання множини різноманітних технологічних операцій.

					<i>ТМ 18510172-00 ПЗ</i>	Арк.
						4
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

Деталь «Диск направляючий» використовується у виробі «Плоскошліфувальний верстат 3Е711В» (рис.1.1).



Рисунок 1.1 – «Плоскошліфувальний верстат 3Е711В»

Призначення та область використання:

Універсальний плоскошліфувальний верстат високої точності з горизонтальним шпинделем та хрестовим столом 3Е711В призначений для шліфування поверхонь периферією кола.

Плоскошліфувальний верстат 3Е711В призначений для шліфування плоских поверхонь різних виробів, закріплених на дзеркалі столу, магнітній або електромагнітній плиті або пристосуванні. У межах, допустимих кожухом, можливе шліфування пазів та фасонних поверхонь.

Із застосуванням різних пристроїв можливе профільне шліфування різних деталей. Точність профілю при цьому залежить від методу заправки профілю кола і від пристосування, що застосовується для кріплення деталей.

Верстат 3Е711В використовується в одиничному, дрібносерійному та серійному виробництві.

					ТМ 18510172-00 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 - Основні технічні характеристики плоскошліфувального верстата 3е711в:

Розміри робочого столу (довжина х ширина)	630 х 200, мм
Граничні розміри оброблюваної поверхні (довжина х ширина)	630 х 200 мм
Гранична висота оброблюваної заготовки	325 мм.
Найбільша маса деталі, що обробляється	220 кг.
Розміри стандартного шліфувального круга	Ø 250 х 40 х 76 мм
Діаметр кінця шліфувального шпинделя за ГОСТ 2323	D = 40 мм
Потужність електродвигуна	4 кВт
Вага верстата повний	2,5 т

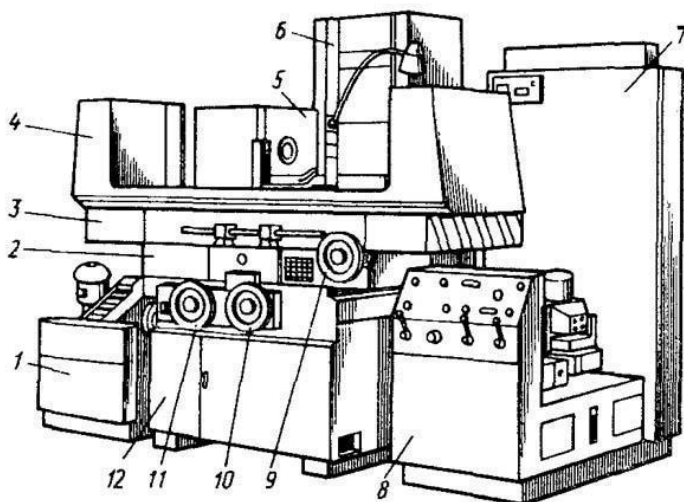


Рисунок 1.1 – Розташування складових частин та органів управління плоскошліфувального верстата 3Е711В

					ТМ 18510172-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Перелік складових частин та органів управління верстата 3E711B:

1. бак із СОЖ
2. хрестовий стіл
3. поздовжній стіл
4. захисний кожух
5. шліфувальна бабка
6. колона
7. електрошафа
8. пульт керування
9. ручне переміщення столу
10. вертикальне переміщення бабки
11. поперечна подача
12. станина

Службове призначення «Диск направляючий» у плоскошліфувальному верстаті 3E711B у пружній пластинчастій муфті, котра використовується для з'єднання електродвигуна з коробкою передач.

Муфта - це спеціалізований пристрій, який допомагає зменшувати резонансні коливання та динамічні навантаження у співвісних валах, частково поглинає або розсіює динамічне навантаження під час обертання.

Відмінною особливістю пружних пластинчастих муфт є роз'єднання валів при руйнуванні пружних елементів, що може захистити весь вузол від істотних пошкоджень в аварійній ситуації, наприклад, при заклинювання вала машини. При цьому конструкція муфти виключає «виліт» проставки і утворення іскор від зіткнення металевих частин.

Пружні елементи пружних пластинчастих муфт знаходяться в закритій камері і захищені від сторонніх механічних частинок та інших зовнішніх факторів.

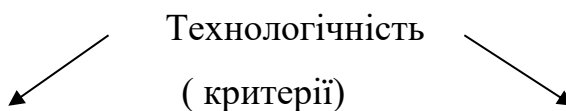
					ТМ 18510172-00 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИЙ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Деталь диск направляючий являє собою одну із складових виробу «Муфта пружна пластинчаста» виготовлена зі Сталі 40Х ДСТУ 7806:2015.

Розглянемо функціональне призначення деяких конструктивних елементів: конструктивними елементами на даному диску являються отвори з різьбою, які слугують для приєднання інших деталей муфти.

Технологічний аналіз даної деталі:



Якісні:

- 1)Матеріал деталі
- 2)Базування та закріплення під час обробки та контролю
- 3)Простановка розмірів
- 4)Наявність жорстких умов, щодо допусків форми та взаємо розташування
- 5)Нетехнологічні конструктивні елементи

Кількісні:

- 1) Коефіцієнт точності (K_T)
- 2)Коефіцієнт шорсткості($K_{ш}$)

Виконуємо аналіз технологічності по якісним показникам:

Матеріал деталі – Сталь 40Х ДСТУ 7806:2015

Класифікація - Сталь конструкційна легована

Застосування: Осі, вали, вал-шестерні, плунжери, штоки, колінчасті та кулачкові вали, кільця, шпинделі, оправки, рейки, зубчасті вінці, болти, півосі, втулки та інші деталі підвищеної міцності, що покращуються.

									Арк.
									8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 18510172-00 ПЗ

Сталь 40x розшифровка маркування:

- "40" - наявність основного елемента, вуглецю - 0,44%.
- Вміст заліза у металі - основне.
- "X" - наявність хрому - 1,1%.

Таблиця 2.1. Хімічний склад у %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	Fe
0,36-0,44	0,17-0,37	0,5-0,8	до 0,3	до 0,035	до 0,035	0,8-1,1	до 0,3	~97

Таблиця 2.2. Механічні властивості при T = 20 °C

Стан, режим термообробки	Переріз, мм	КП	$\sigma_{0,2}$ (МПа)	σ_b (МПа)	δ_5 (%)	ψ %	КСУ (к Дж / м ²)	НВ, не більше	
Пруток. Закалка 860 °C, масло. Відпуск 500 °C, вода або масло	25		780	980	10	45	59		
Поковки: нормалізація	500-800	245	245	470	15	30	34	143-179	
	300-500	275	275	530	15	32	29	156-197	
закалка, відпуск	500-800	275	275	530	13	30	29	156-197	
нормалізація	до 100	315	315	570	17	38	39	167-207	
	100-300				14	35	34		
закалка, відпуск	300-500	315	315	570	12	30	29	167-207	
	500-800				11	30	29		
нормалізація	до 100	345	345	590	18	45	59	174-217	
					100-300	17	40		54
					300-500	14	38		49
закалка, відпуск	до 100	395	395	615	17	45	59	187-229	
					100-300	15	40		54
					300-500	13	35		49

Механічні властивості:

$\sigma_{0,2}$ – Умовна межа текучості (МПа)

σ_b – Межа короткочасної міцності (МПа)

δ_5 – Відносне подовження після розриву (%)

ψ – Відносне звуження (%)

КСУ – Ударна в'язкість, визначена на зразку з концентратором U

НВ – Твердість по Брінеллю

									Арк.
									9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 18510172-00 ПЗ				

Ця сталь характеризується міцністю і великим ступенем твердості (217 МПа). Вироби з неї здатні нести великі навантаження і не руйнуватися. При введенні до складу хрому, сплав набуває стійкості до корозії.

Щільність Сталь 40х дорівнює $7820 \text{ кг/м}^3 = 7,82 \text{ г/ см}^3$. Залежно від температури змінюються межа плинності та модуль пружності. Під час використання цієї сталі необхідно враховувати її мінуси. Процес гарту підвищує крихкість і знижує стійкість до механічних навантажень. Велика схильність до утворення флокенів.

Таблиця 2.3. Технологічні властивості

Зварюваність:	Важкозварна
Флокеночутливість:	Чутлива
Схильність до відпускнуї крихкості:	Схильна

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ФОРМИ ЙОГО ОРГАНІЗАЦІЇ

Тип виробництва по ДСТУ 2960-94 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 $N=3000$ 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
020	Токарна	0.8
035	Токарна	1.9
050	Шліфувальна	0.55
060	Координатно-розточувальна	3.5
070	Розмічувальна	0.2
075	Свердлильна	0.3
085	Фрезерна	0.75
105	Свердлильна	1.5

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	$\eta_{з.н.}$	O
020	Токарна	0.8	0,041	1	0,041	19,51
035	Токарна	1.9	0,098	1	0,098	8,16
050	Шліфувальна	0.55	0,028	1	0,028	28,57
060	Координатно-розточувальна	3.5	0,18	1	0,18	4,4
070	Розмічувальна	0.2	0,01	1	0,01	80
075	Свердлильна	0.3	0,056	1	0,056	14,28
085	Фрезерна	0.75	0,015	1	0,015	53,3
105	Свердлильна	1.5	0,077	1	0,077	10,39
Σ	-	9.5	-	8	-	218,61

Для кожної операції обчислюємо значення фактичного коефіцієнта завантаження робочого місця за формулою:

$$\eta_{з.ф.} = M_p / P \quad (3.2)$$

Кількість операцій, що виконують на робочому місці, визначимо за формулою:

$$O = \eta_{з.н.} / \eta_{з.ф.} \quad (3.3)$$

									Арк.
									122
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 18510172-00 ПЗ				

Коефіцієнт закріплення операції розраховуємо по формулі:

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

Таким чином коефіцієнт закріплення операції дорівнює:

$$K_{з.о.} = \frac{218,61}{8} = 27.32,$$

що відповідає дрібно серійному типу виробництва, так як $K_{з.о.}$ входить в межі $20 < 24 < 40$.

Визначаємо форму організації виробництва.

Визначаємо партію запуску за формулою [3]:

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

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

$n = 3000 * 24/254 = 283.46$, приймаємо партію запуску 284 штук.

Визначити середню трудомісткість механічних операцій:

$$T_{ср} = \frac{\sum T_{шт}}{n} = \frac{9,5}{8} = 1,19 \text{ хв.}$$

де $n=8$, число операцій.

Визначаємо добовий час роботи обладнання:

$$F_{сут} = \frac{60 \cdot F_{д}}{254} = \frac{60 \cdot 4029}{254} = 952 \text{ хв.}$$

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

$$z = \frac{T_{ср} \cdot N_{пар}}{F_3 \cdot \eta_{з.н.}} = \frac{1,19 \cdot 284}{476 \cdot 0,8} = 0,89$$

$$F_3 = \frac{F_{сут}}{2} = \frac{952}{2} = 476 \text{ хв.}$$

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

Кількість змін округляємо до найближчого цілого значення - 1.

					ТМ 18510172-00 ПЗ	Арк.
						133
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді число деталей в партії:

$$N_{\text{пар}} = \frac{F_3 \cdot Z_{\text{пр}} \cdot \eta_{\text{з.н.}}}{T_{\text{ср}}} = \frac{476 \cdot 1 \cdot 0,8}{1,19} = 320 \text{ шт.}$$

Оскільки передбачуваний тип виробництва – дрібносерійне, форму організації роботи обираємо – групову.

Така форма організації праці характерна для дрібного та середнього виробництва. Заготовки обробляються невеликими партіями, умови обробки не узгоджуються.

Дрібно серійне виробництво, яке є підвидом серійного виробництва, яке є основним видом сучасного машинобудівного виробництва, і на підприємствах цього типу в даний час виробляється 80% всієї машинобудівної продукції країни. Це виробництво характеризується наступними показниками, а саме заготовки, що використовуються в дрібносерійному виробництві, переважно кування та лиття в піщано-глиняних формах (рідше точне лиття та штампування). Використовується як універсальне, так і спеціалізоване обладнання. В основному використовуються універсальні верстати, також широко використовуються верстати з ЧПК. У дрібному виробництві використовується форма групової організації виробництва.

Обладнання організовується за технологічними групами з урахуванням розташування магазину. Ріжучий інструмент використовується як стандартний, так і спеціальний, який застосовують при неможливості обробки стандартним інструментом широкого діапазону поверхонь і різних конструкцій деталей. В інструментальному цеху підприємства також використовуються стандартні та індивідуальні вимірювальні інструменти. В основному використовується масштабний інструмент, у деяких випадках шаблони та калібри.

Середня кваліфікація робітників вище, ніж у масовому виробництві, але нижча, ніж у штучному. Крім висококваліфікованих робітників, які працюють на складних універсальних верстатах, а також налагоджувачів, залучаються оператори, які працюють на нестандартних верстатах.

					ТМ 18510172-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		144

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Один із факторів, який значно впливає на характер технологічного процесу, є технологічність конструкції машини та її деталей. Технологічністю називають сукупність властивостей конструкції, які визначають можливість досягнення оптимальних матеріальних витрат при виробництві, експлуатації та ремонті для заданих показників якості та умов виконання роботи ГОСТ 14.205 – 83.

Оцінку технологічності конструкції проводимо по якісним показникам. Якісна оцінка проводиться на етапі вивчення конструкції деталі та технологічних вимог на виготовлення та прийом.

Деталь «Диск направляючий», відноситься до тіл обертання, виготовляється з Сталі 40Х ДСТУ 7806:2015. Проаналізувавши матеріал, використаний для виготовлення деталі, то він достатньо добре піддається лезовій обробці. В якості заміників даної марки сталі можна використовувати наступні марки сталі та зарубіжних аналогів: 45Х ГОСТ 8479-70, 37Cr4, 5132H, 35Cr.

Маса готової деталі становить 0,46 кг, тому на механічних операціях не треба застосовувати допоміжні підйомні механізми, тому це не збільшує допоміжний час та собівартість готової деталі. За масою деталь технологічна. Габарити деталі становлять $\text{Ø}150 \times 11.5$ мм. Розміри робочої зони для обробки такої деталі повинні бути невеликі, застосовуване обладнання буде мати невеликі габарити. Обладнання нормальної точності, тому його обслуговування має невелику вартість.

Креслення деталі виконане відповідно до стандартів, на ньому вказана достатня кількість видів і розрізів. Креслення можна прочитати без ускладнень. По данному пункту деталь технологічна [7, 8].

Деталь «Диск направляючий» має як точні поверхні 6 квалітету із шорсткістю Ra 1,6 мкм, так і грубі квалітети 14 із шорсткістю Ra $6,3 \div 12,5$ мкм, тому для забезпечення відповідної якості потрібна відповідна кількість операцій, все це відбивається на собівартості виробу в цілому. Допуски торцевого биття досягаються завдяки принципам сумісності і постійності баз. Для отримання

										Арк.
										155
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 18510172-00 ПЗ					

даних вимог треба використовувати точне чистове обладнання, достатню кількість операцій та переходів (чорнові та чистові), відповідні режими різання та технологічну оснастку. Вартість готової деталі збільшиться, тому що буде використовуватися точне обладнання, технологічна оснастка (вимірвальний інструмент та пристроїв).

З точки зору зручності базування дана деталь є нетехнологічною, так як необхідне застосування спеціальних пристроїв на певних стадіях обробки.

До нетехнологічних конструктивних елементів даної деталі можна віднести фаски і два паза (отримують за допомогою верстатів з ЧПК), отвори різного діаметру 7 мм та 6 мм.

З аналізу деталі на технологічність можна зробити висновок, що для заданого типу виробництва вона технологічна, хоча має деякі нетехнологічні елементи, але їх можна отримати, використовуючи спеціальні пристрої і різальний інструмент.

					ТМ 18510172-00 ПЗ	Арк.
						166
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ВИБІР СПОСОБУ ОДЕРЖАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

Від вибору технологічного процесу отримання заготовки залежить кількість матеріалу, що витрачається, якість і трудомісткість подальшої механічної обробки при виготовленні деталі. Оптимальний технологічний процес вибирають на основі розрахунку і порівняння, можливих за даних умов варіантів виготовлення деталі, куди входить і вартість вихідної заготовки. Оцінку економічної ефективності нової технології, вибір найбільш економічного варіанту виробництва деталей здійснюють за допомогою порівняльного аналізу вартісних і натуральних техніко-економічних показників.

Основною умовою раціональної технології є максимальне наближення форми і розмірів заготовки до форми готової деталі.

Розглянемо варіанти виготовлення заготовки деталі «Диск направляючий», матеріал деталі – сталь Сталі 40Х ДСТУ 7806:2015:

- лиття – не раціонально застосувати, так як для заданого обсягу випуску треба виготовляти спеціальні форми для лиття у кокіль, а потім піддавати деталь очистці піском під тиском та видаляти залишки литникових систем. При цьому способі отримання заготовки можуть з'явитись раковини та пори, що негативно вплине на працездатність оправки, адже вона передає крутний момент у процесі роботи, а при цьому треба забезпечити ущільнення волокон матеріалу, що можливо лише при пластичному деформуванні.
- прокат – не раціонально застосовувати у середньо серійному виробництві через великі перепади діаметральних розмірів, що знижує коефіцієнт використання матеріалу та збільшує трудомісткість чорнової обробки, проте для даної деталі варто розглянути такий спосіб отримання, адже у технічних вимогах допускається отримання заготовки з прокату.
- кування на молотах – не раціонально застосувати через достатньо складний профіль деталі, адже у середньосерійному виробництві потрібно прагнути до наближення форми заготовки до форми деталі, що можливе лише при

					ТМ 18510172-00 ПЗ	Арк.
						177
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

штампуванні, проте дивлячись на форму та розміри даний спосіб також розглянемо.

- штампування – дозволяє отримати заготовку з ущільненими волокнами, що добре позначиться на експлуатаційних характеристиках деталі, а також за формою та розмірами вона буде найбільш наближена до форми деталі. Проте даний спосіб не розглядаємо, оскільки габарити деталі досить великі.

Виходячи з маршруту технологічного процесу заводського варіанту заготівлею для деталі є поковка круг 60 мм.

Додатково приймаємо на довжину припуск на виготовлення зразків на механічні випробування 160 мм та припуски на відрізання 5 мм.

$$K_i = \frac{G_{\text{д}}}{G_{\text{з}}}, \quad (5.1)$$

де $G_{\text{д}}$ – маса готової деталі, $G_{\text{д}} = 0,46$ кг;

$G_{\text{з}}$ – витрата матеріалу на заготовку, кг:

$$G_{\text{з}} = \frac{\pi d^2 l}{4} \rho, \quad (5.2)$$

де ρ – густина матеріалу заготовки, $\rho = 7,82$ г/см³;

d – діаметр заготовки, $d = 160$ мм;

l – довжина заготовки, $l = 21,5$ мм.

$$\text{Тоді } G_{\text{з}} = \frac{\pi \cdot 16^2 \cdot 2,15}{4} \cdot 7,82 = 3380 \text{ г} = 3,38 \text{ кг.}$$

$$\text{Тоді } K_{\text{м1}} = \frac{0,46}{3,38} = 0,136$$

					ТМ 18510172-00 ПЗ	Арк.
						188
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок вартості заготовки з прокату.

Собівартість заготовки з прокату визначаємо за формулою згідно [8], грн:

$$S = M + \sum C, \quad (5.3)$$

де M – затрати на матеріал заготовки, грн;

$$M = Q_1 S - (Q_1 - q) \frac{S}{1000}, \quad (5.4)$$

де Q_1 – маса заготовки з проката, $Q_1 = 3,38$ кг;

S – ціна 1кг матеріалу заготовки, $S = 40$ грн.;

q – маса готової деталі, $q = 0,46$ кг;

$S_{отх}$ – ціна 1т відходів $S_{отх} = 1500$ грн.

Тоді

$$M = 3,38 \cdot 40 - (3,38 - 0,46) \cdot \frac{1500}{1000} = 130,82 \text{ грн.}$$

$\sum C_{іс}$ – технологічна собівартість операцій правки, калібрування прутків, різання їх на штучні заготовки, грн:

$$\sum C_{іс} = \frac{C_{іс} \cdot C_{\delta}}{60 \cdot 100}, \quad (5.5)$$

де $C_{пз}$ – приведені витрати на робочому місці: правки 120 грн/год., порізки 70 грн/год.;

$T_{шт}$ – штучний час на заготівельну операцію, $T_{шт} = 60$ хв.

Тоді

$$\sum C_{оз} = \frac{(120 + 70) \cdot 60}{60} = 190 \text{ грн.}$$

Тоді $S_{зар1} = 130,82 + 190 = 320,82$ грн.

					ТМ 18510172-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		199

Розрахунок вартості штампованої заготовки

Собівартість штампованої заготовки визначаємо за формулою згідно [8], грн:

$$S_{\text{заг2}} = \left(\frac{\bar{N}_l}{1000} Q_2 K_{\delta} K_i K_{\bar{n}} K_{\hat{e}} K_{\bar{i}} \right) - (Q - q) \frac{S_{\text{від}}}{1000}, \quad (5.6)$$

де C_i – ціна 1т матеріалу заготовки, $C_i = 60000$ грн.;

Q_2 – маса штампованої заготовки, кг:

$$Q_2 = q \cdot K_p, \quad (5.7)$$

де q – маса готової деталі, $q = 0,46$ кг;

K_p – коефіцієнт для визначення орієнтовної маси поковки, для шестерень, маточин, фланців $K_p = 1,6$ [11];

K_T – коефіцієнт, що залежить від точності штампування по ГОСТ 7505-89 (для нормальної точності), $K_T = 1$;

K_M – коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу, $K_M = 1,13$;

K_c – коефіцієнт, що залежить від групи складності, $K_c = 0,77$;

K_B – коефіцієнт, що залежить від матеріалу штампування, $K_B = 0,7$;

K_{Π} – коефіцієнт, що залежить від обсягу виробництва заготовок, $K_{\Pi} = 1$;

$S_{\text{отх}}$ – ціна 1т відходів, $S_{\text{отх}} = 1500$ грн.

Тоді

$$S_{\text{заг2}} = \left(\frac{60000}{1000} \cdot 0,46 \cdot 1,6 \cdot 1 \cdot 1,13 \cdot 0,77 \cdot 0,7 \cdot 1 \right) - (0,74 - 0,46) \cdot \frac{1500}{1000} = 26,38 \text{ грн.}$$

$$K_{M1} = \frac{0,46}{0,736} = 0,625$$

Таким чином бачимо, що $Q_1 > Q_2$, $K_{M1} > K_{M2}$, $S_{\text{заг1}} < S_{\text{заг2}}$.

На підставі отриманих результатів, можна зробити висновок: отримання заготовок штампуванням вигідніше, тому що собівартість заготовки нижче, а форма заготовки максимально наближена до форми деталі.

					ТМ 18510172-00 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно [10], вибираємо Ø160 (+0,4; -1,7) мм.

Призначаємо технічні вимоги на виготовлення заготовки:

1. Штампування $\frac{160-\text{ГОСТ 2590-88}}{40\text{X ДСТУ 7806:2015}}$.
2. Піддати термообробці для зняття внутрішніх напружень.
3. Овальність штампування не повинна перевищувати 75% суми граничних відхилень по діаметру.
4. Кривизна штампування не повинна перевищувати 0,2% довжини.
5. Відсутність внутрішніх дефектів перевіряти методом УЗД. Максимальна еквівалентна площа допускається дефекту - 10 мм².
6. Контролю піддати кожну заготовку. Відбір проб і значення технічних властивостей як для поковки Гр. V ГОСТ 25054-81.
7. Маркувати ударним способом: номер замовлення і номер деталі.
8. * Розмір для довідок.

					ТМ 18510172-00 ПЗ	Арк.
						221
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Виконаємо розрахунок припусків та знайдемо розміри на обробку циліндричної поверхні $\varnothing 124h6$ 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:

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

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

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

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

$$\rho_{заг} = \sqrt{\rho_{екс}^2 + \rho_{см}^2} = 1640 \text{ мкм},$$

а ρ_{i-1} знаходиться в відсотковому відношенні від $\rho_{заг}$ тоді

$$\rho_{черн} = \rho_{заг} k_y,$$

де $k_y=0,04-0,06$, в залежності від переходу. Знайдемо для кожного з переходів:

$$\rho_{чер} = 1640 \cdot 0,05 = 82 \text{ мкм.}$$

$$\rho_{n/ч} = 1000 \cdot 0,05 = 50 \text{ мкм.}$$

					ТМ 18510172-00 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вихідні дані для розрахунку припусків на ЕОМ приведені в табл. 6.1, а самі результати розрахунку у додатку.

Таблиця 6.1 – Вихідні дані

Найменування переходу	Точність	Граничні відхилення	Допуск Т, МКМ	Елементи припуску, МКМ				
				R _{Zi-1}	h _{i-1}	ρ _{i-1}	ε _y , МКМ	
							ε ₆ МКМ	ε ₃ , МКМ
-	Т4 ГОСТ 7505-89	+0,4 -1,7	2100	200	350	1104	-	-
Точіння чорнове	h14	0 -1	1000	125	120	82	50	50
Точіння напівчистове	h11	0 -0,25	250	32	30	50	0	0
Точіння чистове	h8	0 -0,063	63	10	20	22	0	0
Шліфування	h6	0 -0,025	25	3,2	6	11	0	0

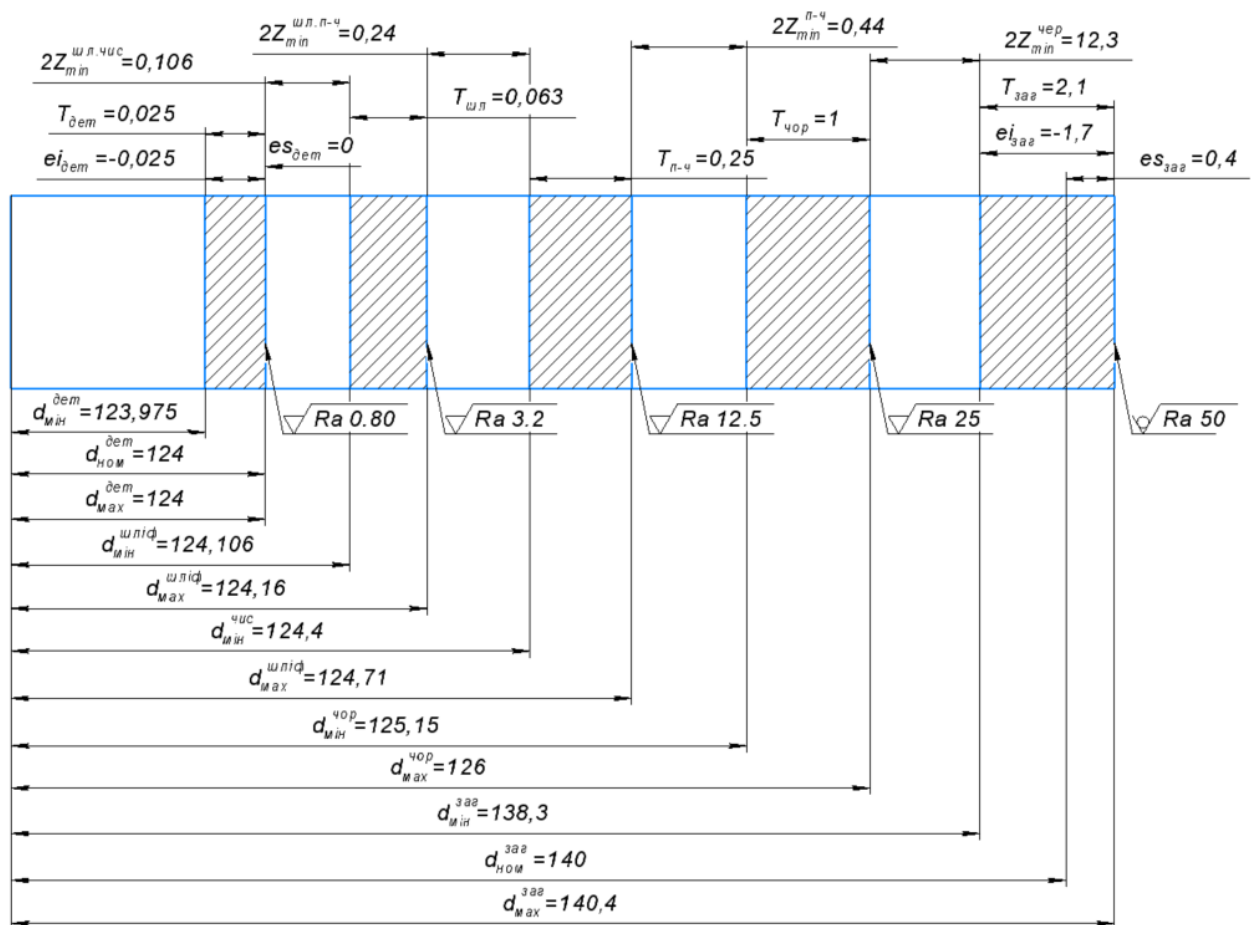


Рисунок 6.1 – Схема розміщення припусків на обробку діаметрального розміру ø124h6 мм

Порівнюючи розмір, визначений аналітичним методом та за допомогою ГОСТ робимо висновок, що вони майже не відрізняються, тому розрахунки проведені вірно.

6.2 Аналіз і обґрунтування схем базування і закріплення заготовки

Якість виготовлення деталі у великій мірі залежить від правильності встановлення та закріплення заготовки на верстаті. Установка складається з базування, тобто орієнтації заготовки щодо виконавчих органів верстата, інструменту або траєкторії його переміщення, і закріплення, а саме докладання зусиль до заготівлі для фіксації положення заготовки, досягнутого при базуванні.

Поверхня, використовувана для базування, повинна відповідати таким вимогам:

- великі розміри, геометрично правильна форма;
- низька шорсткість поверхні (без задирів, напливів, буртиков, залишків ливникової системи і т.д.);
- безпосередня розмірна зв'язок з оброблюваною поверхнею, близьке розташування до оброблюваної поверхні;
- відсутність значущих деформацій і низькою жорсткості базових поверхонь;
- використання принципу сталості баз;
- можливість простого і зручного закріплення заготовки.

Для розгляду та аналізу у цьому пункті було обрано токарну з ЧПК та фрезерну з ЧПК операції.

Для двох аналізованих операцій розглянемо дві різних схеми базування для отримання точності лінійних розмірів. Точність діаметральних розмірів буде досягатися за рахунок точності позиціонування робочих елементів верстата.

					ТМ 18510172-00 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Операція 020 – токарна з ЧПК.

Приймаємо одну схему базування у трьохкулачковому патроні, так як іншу схему реалізувати неможливо у зв'язку з тим, що обробка деталей такого типу на токарних операціях виконується в 3-х кулачковому патроні завжди майже. Дана схема передбачає установчу та подвійно опорну бази, заготовка буде полишена п'яти ступенів вільності. На даній операції заготовка обробляється за два установи, перший установ (рис. 6.2), другий установ (рис. 6.3).

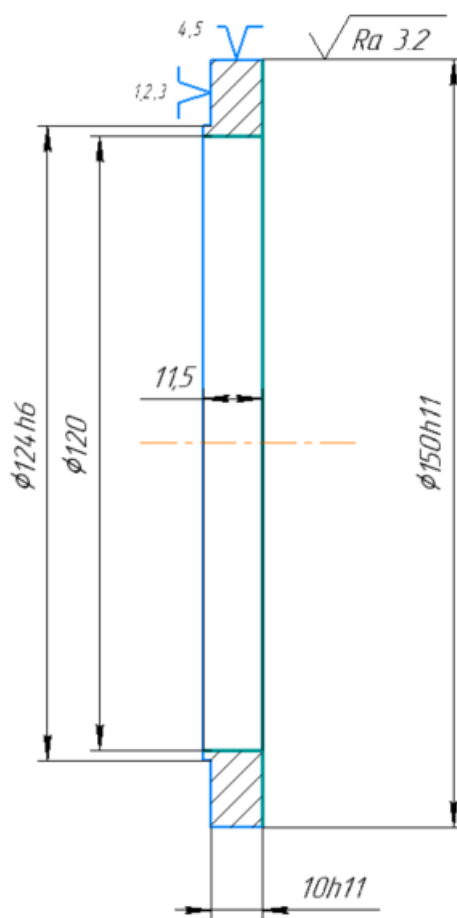


Рисунок 6.2 – Перший установ в 3х кулачковому патроні

					ТМ 18510172-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Операція 060 – фрезерна з ЧПК.

Як варіанти базування на 060 фрезерній можна запропонувати два варіанти: заготовка встановлюється на коротку оправку (рис.6.4) та заготовка встановлюється в 3х кулачковий патрон (рис.6.5).

Розглянемо перший варіант.

Заготовка представлена поєднанням декількох розвинутих поверхонь, що мають схожу точність і якість. До цих поверхонь відносяться зовнішні циліндричні поверхні та площини і циліндричний ступінчатий отвір. Найбільш надійну фіксацію та стійкість заготовки, з точки зору технічної реалізації, надасть базування по циліндричному отвору $\varnothing 120$ з використанням короткої оправки. Точність обробки буде залежати від точності обробки внутрішньої циліндричної поверхні відносно торця.

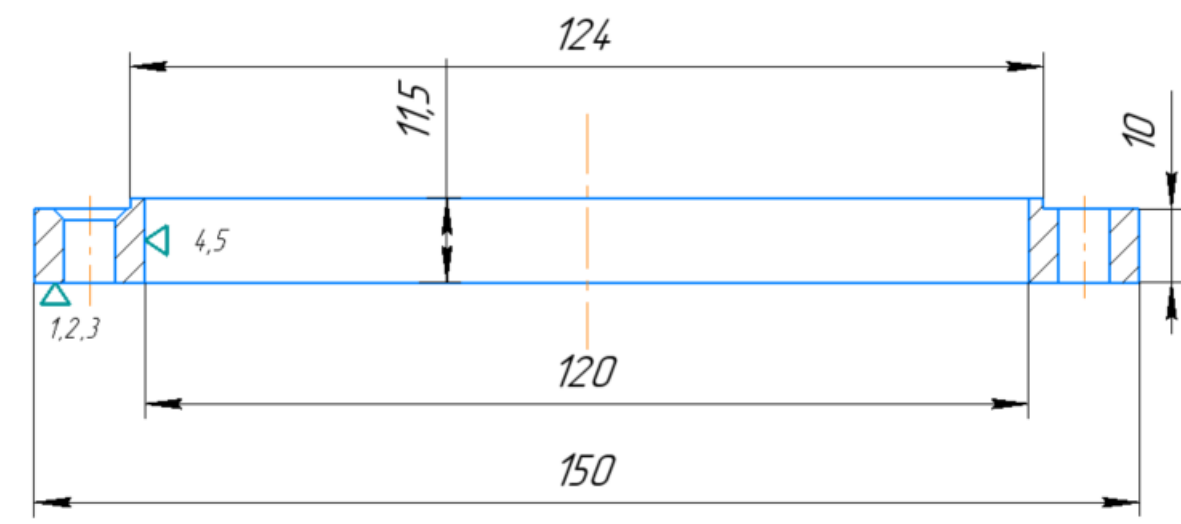


Рисунок 6.4 - Схема базування заготовки в короткій оправці

Розглянемо другий варіант.

Також заготовку можна закріпити в 3х кулачковий патрон. Установчою базою буде торець 150 і лишить деталь 3 ступенів свободи, подвійною опорною внутрішня циліндрична поверхня лишить 2 ступенів.

З урахуванням сказаного пропоную схему базування заготовки зазначену на рисунку 2.

										Арк.
										27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ТМ 18510172-00 ПЗ

Таблиця 6.3 - Матриця зв'язків

	x	y	z	База
L	0	0	1	Установча
α	1	1	0	
L	1	1	0	Подвійна опорна
α	0	0	0	

Під час свердління отворів $\varnothing 7$, M8-7H, M10-7H, формуються їх діаметральні розміри, також формується глибина свердління, позиційний допуск розташування отворів дорівнює 0,5 мм.

Похибкою діаметральних розмірів ми нехтуємо, тому що вони залежать від геометрії ріжучого інструменту та не визначається схемою базування.

Похибкою глибини свердління ми також нехтуємо, тому що всі отвори наскрізні і вони свердлюються з урахуванням врізання і перебігу.

Точність позиційного розміщення забезпечується обраною схемою базування.

Виходячи з цього прийнявши до уваги вище наведені розрахунки доцільно застосувати другий варіант базування, тому що при такій схемі немає похибки ексцентриситету розташування центрових отвори.

6.3 Обґрунтування і вибір моделей металорізальних верстатів

Металорізальний верстат вибирається виходячи з вимог до якості поверхні, яку необхідно отримати, необхідної потужності двигунів, габаритів, типу виробництва, кількості інструментів на даній операції.

					ТМ 18510172-00 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Токарна з ЧПК операція 020

Так як тип виробництва середньо серійний, деталь типу тіла обертання з точністю оброблюваних поверхонь на даній операції не більше IT12, якістю Ra не більше 3,2 мкм, методи обробки поверхонь - точіння, для обробки необхідно два ріжучих інструмента - тому приймаємо токарний верстат з ЧПК HAAS TL-1. Він дозволить продуктивно обробляти заготовки, обладнаний системою ЧПК «HAAS». Габарити верстата дозволяють обробку середніх за діаметром деталей.

Таблиця 6.4 - Технічна характеристика верстата HAAS TL-1.

Макс. оброблюваний діаметр (залежить від різцетримача), мм	406
Макс. довжина обробки (без патрона), мм	762
Діаметр 3-х кулачкового патрону, мм	200*/250*
Макс. частота обертання шпинделя, об / хв	1800/3000*
- Максимальний крутний момент, Нм	146
- Максимальна потужність шпинделя, кВт	7,5
- Переміщення по осі X, мм	203
- Переміщення по осі Z, мм	762
Точність позиціювання, мм	±0,010
Система управління	HAAS
Приблизна маса верстата, кг	2230

Фрезерна з ЧПК операція 060

Для обробки отворів на підприємстві застосовувався координатно-розточний верстат моделі KP-450. Враховуючи умови середньосерійного виробництва, більш доцільно застосовувати верстат, який дозволить проводити обробку більш продуктивно, а саме HAAS MiniMill з системою ЧПК «HAAS», який реалізує оброблення поверхонь фрезеруванням та свердлінням. Завдяки наявним засобам автоматизації та механізації орієнтований на використання в

										Арк.
										30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

TM 18510172-00 ПЗ

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

Токарна з ЧПК операція 020

Для установки і закріплення деталі «Диск направляючий» на операції 020 в якості пристроїв використовуємо універсальне пристосування – трьохкулачковий патрон 7103-0002 Д=250 ГОСТ 3890-72. Трьохкулачковий патрон був обраний, враховуючи середньо серійний тип виробництва та обраний верстат. В даному пристосуванні шляхом нескладного переналагодження можуть оброблятися деталі подібні заданої (штоки, вали).

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

- Різець прохідний упорний MCLNR2020-K12, 20mm з T5K10 - для точіння зовнішніх поверхонь і підрізання торців;
- Різець розточний A25R-MCLNR-12, 25mm з T5K10 - для точіння внутрішніх циліндричних поверхонь;

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 різцетримач верстата.

Для контролю розмірів на операції 020 - токарна з ЧПК застосовуємо універсальний шкальний інструмент:

- штангенциркуль ШЦ-ІІ -0-160-0,1-1 ГОСТ 166-89;
- зразки шорсткості ГОСТ 9378-93.

Фрезерна з ЧПК операція 060

Вибір верстатного пристосування.

Вибір верстатного пристосування залежить від типу виробництва, такту випуску і коефіцієнта завантаження верстата, від прийнятої схеми базування

					ТМ 18510172-00 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

заготовки, від можливості забезпечення точнісних вимог операції і від обраного верстата.

При виборі перевага віддається багатомісним, стандартним і нормалізованим пристосуванням, що пов'язано з типом виробництва - середньосерійне. Вибір пристосування здійснювався за довідниками [12 - 15].

В даний час заготовка обробляється з використанням 3х кулачкового патрона. Застосування спеціалізованого пристосування з механізованим приводом, дозволить знизити трудомісткість операції, зменшити штучний час, підвищити стабільність точнісних параметрів операції.

Вибір металорізального та допоміжного інструментів

Вибір інструмента залежить від таких факторів: моделі верстата; методу обробки; матеріалу заготовки, її розмірів і конфігурації; необхідної точності обробки і шорсткості оброблених поверхонь; типу виробництва (одиничне, серійне, масове).

Вибір інструмента починають з вибору матеріалу ріжучої частини в залежності від матеріалу заготовки, етапу обробки, її термічної обробки.

Оскільки оброблювана заготовка виготовлена зі сталі 40Х, то в якості матеріалу для ріжучої частини приймемо твердий сплав для фрез і швидкорізальної сталі для осевого інструменту, які за більшістю критеріїв підходить і для обробки цього матеріалу [12 - 15].

Для обробки даної заготовки на фрезерному верстаті вибираємо наступний ріжучий і допоміжний інструмент:

Для свердління 8 отворів $\phi 7$ Н7 та $\phi 6$:

- фреза кінцева, Р6М5, ГОСТ 9304-88, позначення 2210-0061 D=20 (мм) Z=3;
- свердло центральне d5; Р6М5, з циліндричним хвостовиком по ГОСТ 14952-75 довжина сверла 13,3 (мм), довжина робочої частини свердла 5,2(мм);
- свердло спіральне d6; Р6М5, з конічним хвостовиком по ГОСТ 10903-82. Довжина свердла 138 (мм). Довжина робочої частини свердла 37 (мм);

									Арк.
									33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 18510172-00 ПЗ

- сверло спіральне d6,5; Р6М5, з конічним хвостовиком по ГОСТ 10903-82. Довжина сверла 144 (мм). Довжина робочої частини свердла 63 (мм);
- сверло спіральне d7; Р6М5, з конічним хвостовиком по ГОСТ 10903-82. Довжина свердла 150 (мм). Довжина робочої частини свердла 69 (мм);
- зенковка конічна, Р6М5 . ГОСТ 1453-80. Позначення 2353-0121. Діаметр 13 (мм). Діаметр початку конусу 3,2 (мм). Загальна довжина 97 (мм). Довжина ріжучої частини 24 (мм).

Для установки в верстат свердел - необхідно два патрона цангових 191-113-050 по ГОСТ 25557-82.

Вибір контрольно-вимірювального інструмента

Для середньосерійного виробництва характерне застосування універсальних вимірювальних інструментів [12]. На даній операції необхідно перевірити шорсткість оброблених поверхонь згідно ескізу, перевірити лінійні і діаметральні розміри. Для контролю цих параметрів вибираємо такі контрольно-вимірювальні інструменти:

- штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ДСТУ 166-89;
- нутромер 3-х точковий "Голтест"(6-12)- 0.001;
- зразки шорсткості ДСТУ ISO 4287:2012.

					ТМ 18510172-00 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.5 Розрахунки режимів різання

Вихідні дані:

- оброблювані поверхні: отвори $\varnothing 7H7$, $\varnothing 6$
- ($Ra = 6,3$ мм);
- оброблюваний матеріал: сталь 40Х;
- заготовка – поковка штампуванням на КГШП;
- верстат фрезерний HAAS Mini Mill.

Потрібна точність досягається за одну стадію обробки (чорнову) та за три робочих хода.

Вибір подачі :

$$S_{ZT} = 0,09 \text{ (мм/зуб);}$$

Вибране значення подачі коректують з урахуванням поправочних коефіцієнтів.

$$S_Z = S_{ZT} \cdot K_{SM} \cdot K_{SU} \cdot K_{SZ} \cdot K_{SL} \quad (8)$$

де: $K_{SM} = 1,0$ - коефіцієнт твердості оброблюваного матеріалу;

$K_{SU} = 1,0$ - коефіцієнт матеріалу ріжучої частини фрези,

$K_{SZ} = 1,0$ - коефіцієнт відношення фактичного числа зубів до нормативного.

$K_{SL} = 1,0$ - коефіцієнт відношення вильоту фрези до діаметру.

$$S_Z = 0,09 * 1,0 * 1,0 * 1,0 * 1,0 = 0,09 \text{ (мм/зуб);}$$

Визначаємо хвилинну подачу S (мм/хв) Для цього спочатку знаходимо подачу оборотну S (мм/об)

$$S \text{ (мм/об)} = S \text{ (мм/зуб)} * Z \quad (6.9)$$

де: Z - кількість зубів фрези.

$$S \text{ (мм/об)} = 0,09 * 3 = 0,27 \text{ (мм/об);}$$

Вибір швидкості та потужності різання:

					ТМ 18510172-00 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Швидкість $V = 25$ (м/хв.) і потужність $N = 1,8$ (кВт) визначається з урахуванням поправочних коефіцієнтів залежно від :

$K_{vo} = K_{no} = 1,0$ - оброблюваного матеріалу .

$K_{vm} = K_{nm} = 1,0$ - твердості оброблюваного матеріалу.

$K_{vu} = K_{nu} = 1,0$ - матеріала ріжучої частини фрези.

$K_{vt} = K_{nt} = 0,8$ – періода стійкості ріжучої частини фрези .

$K_{vb} = K_{nb} = 1,2$ - відношення фактичної ширини фрезерування до нормативної.

$K_{vj} = K_{nj} = 1,0$ - наявності охолодження.

$K_{vn} = K_{nn} = 1,0$ - стан поверхні.

$$V(\text{м/хв}) = V_T \cdot K_{vo} \cdot K_{vm} \cdot K_{vu} \cdot K_{vt} \cdot K_{vb} \cdot K_{vn} \cdot K_{vj} =$$

$$25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 24(\text{м/хв});$$

$$N(\text{кВт}) = N_T \cdot K_{no} \cdot K_{nm} \cdot K_{nu} \cdot K_{nt} \cdot K_{nb} \cdot K_{nn} \cdot K_{nj} =$$

$$1,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,73(\text{кВт});$$

Визначити частоту обертання шпинделя n (об/хв.):

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \text{ (об/хв.)} \quad (10)$$

де: V - швидкість різання;

D - діаметр фрези;

$$n = \frac{1000 \cdot 24}{3,14 \cdot 20} = 382 \text{ (об/хв)}$$

Розрахунок режимів різання і норм штучного часу для обробки отворів.

Всі необхідні дані зведені в таблицю 6.6.

					<i>ТМ 18510172-00 ПЗ</i>	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.6 - Значення режимів різання.

Стадія	$S_{OT}, \text{мм/об}$	$V_T, \text{м/хв}$	$N_T, \text{кВт}$	$P_T, \text{Н}$	$n_T, \text{об/хв}$
$\varnothing 7\text{H}7$					
Центрування	0,07	20,2	0,22	708	1287
Свердління	0,16	19	0,52	200	930
Свердління	0,16	19	0,52	200	863
$\varnothing 6\text{H}14$					
Центрування	0,07	20,2	0,22	708	1287
Свердління	0,16	19	0,29	150	1007
Зенкування	0,06	22	0,30	708	700

Розрахунок обертів шпинделя n_T :

$$n_T = \frac{1000 \cdot V_T}{\pi \cdot D} \text{ (об/хв)} \quad (11)$$

 $\varnothing 7\text{H}7$

$$n_{T \text{ ЦЕНТР}} = \frac{1000 \cdot 20,2}{3,14 \cdot 5} = 1287 \text{ (об/хв)}$$

$$n_{T \text{ СВ}} = \frac{1000 \cdot 19}{3,14 \cdot 6,5} = 930 \text{ (об/хв)}$$

$$n_{T \text{ ЦЕНТР}} = \frac{1000 \cdot 19}{3,14 \cdot 7} = 863 \text{ (об/хв)}$$

 $\varnothing 6\text{H}14$

$$n_{T \text{ ЦЕНТР}} = \frac{1000 \cdot 20,2}{3,14 \cdot 5} = 1287 \text{ (об/хв)}$$

$$n_{T \text{ СВ}} = \frac{1000 \cdot 19}{3,14 \cdot 6} = 1007 \text{ (об/хв)}$$

$$n_{T \text{ ЦЕНТР}} = \frac{1000 \cdot 22}{3,14 \cdot 10} = 700 \text{ (об/хв)}$$

										Арк.
										37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ТМ 18510172-00 ПЗ

Коригування вибраних режимів з урахуванням поправочних коефіцієнтів

Таблиця 6.7 - Розрахункові і фактичні режими різання.

Стадія	$S_{OP}, \text{мм/об}$	$S_{M\phi}, \text{мм/х}$	$V_P, \text{м/хв}$	$V_\phi, \text{м/хв}$	$N_P, \text{кВт}$	$P_P, \text{Н}$	$n_\phi, \text{об/хв}$
Ø7Н7							
Центрування	0,07	100	24,24	33	0,22	708	1500
Свердління	0,16	200	22,8	22,45	0,52	200	1100
Свердління	0,16	200	22,8	24,2	0,52	200	1000
Ø6Н14							
Центрування	0,07	100	24,24	26,4	0,22	708	1400
Свердління	0,16	200	22,8	22,6	0,29	150	1200
Зенкування	0,06	100	26,4	26,4	0,30	708	1400

Формули коригування табличних значень режимів різання:

Подача:

$$S_{OP} = S_{OT} \cdot K_{SM} \cdot K_{VM} \cdot K_{PM} \cdot K_{NM} \cdot K_{MM} \quad (6.12)$$

де: $K_{SM} \cdot K_{VM} \cdot K_{PM} \cdot K_{NM} \cdot K_{MM} = 1,0$ – поправочні коефіцієнти.[Л12 к53]

Ø7Н7

Для центрування: $S_{OP} = 0,07 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,07 \left(\frac{\text{мм}}{\text{об}}\right)$;

Для свердління: $S_{OP} = 0,16 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,16 \left(\frac{\text{мм}}{\text{об}}\right)$;

Для свердління: $S_{OP} = 0,16 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,16 \left(\frac{\text{мм}}{\text{об}}\right)$;

Ø6Н14

Для центрування: $S_{OP} = 0,07 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,07 \left(\frac{\text{мм}}{\text{об}}\right)$;

Для свердління: $S_{OP} = 0,16 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,16 \left(\frac{\text{мм}}{\text{об}}\right)$;

					ТМ 18510172-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Для зенкування: $S_{OP} = 0,06 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,06 \left(\frac{\text{мм}}{\text{об}}\right)$;

Швидкість:

$$V_p = V_T \cdot K_{VM} \cdot K_{V3} \cdot K_{VЖ} \cdot K_{VT} \cdot K_{VП} \cdot K_{VИ} \cdot K_{VL} \cdot K_{VW} \quad (6.13)$$

Вибір коефіцієнтів: [3]

$$T_{\Phi}/T_H = 1$$

$K_{VM} = 1,0$ так як твердість РІ 2100 НВ МПа.

$K_{VП} = 1,2$ коефіцієнт на швидкість для зміни умов роботи в залежності від покриття РІ.

$K_{VT} = 1,0$ так як відношення фактичного періоду стійкості до нормативного = 1.

$K_{VЖ} = 1,0$ коеф. на швидкість для зміни умов роботи в залежності від наявності охолодження.

$K_{VW} = 1,0$ коеф. стану заготовки (без корки).

$K_{VИ} = 1,0$ коеф. матеріала РІ (Р6М5)

$K_{V3} = 1,0$ форма заточки інструменту Н (нормальна)

$K_{VL} = 1,0$ коеф. довжини робочої частини РІ.

Для полегшення розрахунків зводимо всі коефіцієнти до одного:

$$\begin{aligned} K_V &= K_{VM} \cdot K_{V3} \cdot K_{VЖ} \cdot K_{VT} \cdot K_{VП} \cdot K_{VИ} \cdot K_{VL} \cdot K_{VW} \\ &= 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,2 \end{aligned}$$

Ø7Н7

Для центрування: $V_p = 20,2 \cdot 1,2 = 24,24$ (м/хв);

Для свердління: $V_p = 19 \cdot 1,2 = 22,8$ (м/хв);

Для свердління: $V_p = 19 \cdot 1,2 = 22,8$ (м/хв);

Ø6Н14

Для центрування: $V_p = 20,2 \cdot 1,2 = 24,24$ (м/хв);

Для свердління: $V_p = 19 \cdot 1,2 = 22,8$ (м/хв);

Для зенкування: $V_p = 22 \cdot 1,2 = 26,4$ (м/хв);

					ТМ 18510172-00 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахункова частота обертання шпинделя :

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D} \text{ (об/хв)} \quad (6.14)$$

∅7Н7

Для центрування : $n_p = \frac{1000 \cdot 24,24}{3,14 \cdot 5} = 1544 \text{ (об/хв)}$;

Для свердління : $n_p = \frac{1000 \cdot 22,8}{3,14 \cdot 6,5} = 1116 \text{ (об/хв)}$;

Для свердління : $n_p = \frac{1000 \cdot 22,8}{3,14 \cdot 7} = 1036 \text{ (об/хв)}$;

∅6Н14

Для центрування : $n_p = \frac{1000 \cdot 24,24}{3,14 \cdot 5} = 1544 \text{ (об/хв)}$;

Для свердління : $n_p = \frac{1000 \cdot 22,8}{3,14 \cdot 6} = 1209 \text{ (об/хв)}$;

Для зенкування : $n_p = \frac{1000 \cdot 26,4}{3,14 \cdot 6} = 1400 \text{ (об/хв)}$;

Розрахунок хвилинної подачі S_m (м/хв);

$$S_m = S_o \cdot n_p \quad (6.15)$$

∅7Н7

Для центрування : $S_m = 1544 \cdot 0,07 = 108 \text{ (мм/хв)}$;

Для свердління : $S_m = 1116 \cdot 0,16 = 179 \text{ (мм/хв)}$;

Для свердління : $S_m = 1036 \cdot 0,16 = 166 \text{ (мм/хв)}$;

∅6Н14

Для центрування : $S_m = 1544 \cdot 0,07 = 108 \text{ (мм/хв)}$;

Для свердління : $S_m = 1209 \cdot 0,16 = 193 \text{ (мм/хв)}$;

Для зенкування : $S_m = 1400 \cdot 0,06 = 84 \text{ (мм/хв)}$;

					ТМ 18510172-00 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Корегую розрахункову частоту обертання шпинделя за паспортом верстата:

∅7Н7

$$\text{Для центрування : } n_{\phi} = 1500 \left(\frac{\text{об}}{\text{хв}} \right);$$

$$\text{Для свердління : } n_{\phi} = 1100 \left(\frac{\text{об}}{\text{хв}} \right);$$

$$\text{Для свердління : } n_{\phi} = 1000 \left(\frac{\text{об}}{\text{хв}} \right);$$

∅6Н14

$$\text{Для центрування : } n_{\phi} = 1400 \left(\frac{\text{об}}{\text{хв}} \right);$$

$$\text{Для свердління : } n_{\phi} = 1200 \left(\frac{\text{об}}{\text{хв}} \right);$$

$$\text{Для зенкування : } n_{\phi} = 1400 \left(\frac{\text{об}}{\text{хв}} \right);$$

Корегую хвилинну подачу по станку:

∅7Н7

$$\text{Для центрування : } S_{\text{мф}} = 100 \left(\frac{\text{мм}}{\text{хв}} \right);$$

$$\text{Для свердління : } S_{\text{мф}} = 200 \left(\frac{\text{мм}}{\text{хв}} \right);$$

$$\text{Для свердління : } S_{\text{мф}} = 200 \left(\frac{\text{мм}}{\text{хв}} \right);$$

∅6Н14

$$\text{Для центрування : } S_{\text{мф}} = 100 \left(\frac{\text{мм}}{\text{хв}} \right);$$

$$\text{Для свердління : } S_{\text{мф}} = 200 \left(\frac{\text{мм}}{\text{хв}} \right);$$

$$\text{Для зенкування : } S_{\text{мф}} = 100 \left(\frac{\text{мм}}{\text{хв}} \right);$$

Знаходжу фактичну швидкість різання:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\phi}}{1000} \left(\frac{\text{м}}{\text{хв}} \right); \quad (6.16)$$

					ТМ 18510172-00 ПЗ	Арк.
						441
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ø7H7

$$\text{Для центрування : } V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 7 \cdot 1500}{1000} = 33 \left(\frac{\text{м}}{\text{хв}} \right);$$

$$\text{Для свердління : } V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 6,5 \cdot 1000}{1000} = 22,45 \left(\frac{\text{м}}{\text{хв}} \right);$$

$$\text{Для свердління : } V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 7 \cdot 1100}{1000} = 24,2 \left(\frac{\text{м}}{\text{хв}} \right);$$

ø6H14

$$\text{Для центрування : } V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 6 \cdot 1400}{1000} = 26,4 \left(\frac{\text{м}}{\text{хв}} \right);$$

$$\text{Для свердління : } V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 6 \cdot 1200}{1000} = 22,6 \left(\frac{\text{м}}{\text{хв}} \right);$$

$$\text{Для зенкування : } V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 6 \cdot 1400}{1000} = 26,4 \left(\frac{\text{м}}{\text{хв}} \right);$$

					ТМ 18510172-00 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.6 Технічне нормування операцій

Згідно з [5] норму штучно-калькуляційного часу на операцію визначають за формулою:

$$T_{\text{шт.к}} = t_{\text{шт}} + t_{\text{п.з}} / n \quad (6.17)$$

де $t_{\text{шт}}$ – норма штучного часу, хв.;
 $t_{\text{п.з}}$ – підготовчо-завершальний час, хв.;
 n – кількість деталей в партії, шт.

В свою чергу, штучний час дорівнює:

$$t_{\text{шт}} = t_o + t_d + t_{\text{обс}} + t_{\text{вдп}}, \quad (6.18)$$

де t_o – основний час на операцію, хв.;
 t_d – допоміжний час на операцію, хв.;
 $t_{\text{обс}}$ – час на технічне та організаційне обслуговування робочого місця, хв.;
 $t_{\text{вдп}}$ – час на відпочинок та особисті потреби робітника, хв.

Допоміжний час на операцію згідно з [5] визначають за формулою:

$$t_d = t_{\text{уст}} + t_{\text{пр}} + t_{\text{вим}}, \quad (6.19)$$

де $t_{\text{уст}}$ – час на установку, закріплення, розкріплення заготовки, хв.;
 $t_{\text{пр}}$ – час, що витрачається на керування верстатом, хв.;
 $t_{\text{вим}}$ – час на контрольні вимірювання, хв.

Час на обслуговування робочого місця та відпочинок робітника визначають за формулою:

$$t_{\text{обс}} + t_{\text{вдп}} = (t_o + t_d) \cdot [(\alpha + \beta) / 100], \quad (6.20)$$

					ТМ 18510172-00 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де α, β - відповідно, норми часу на обслуговування робочого місця та відпочинок робітника у % від оперативного часу [5].

В п. 5.4 цієї роботи визначені елементи режимів різання й основний час по переходах й на операцію в цілому. Відповідно $T_{o\Sigma} = 9,06$ хв.

До складу допоміжного часу входить:

$t_{уст} = 1,5$ хв. – час на установку, закріплення, зняття заготовки за умови використання пневмокамер;

$t_{уп} = 0,56$ хв. – допоміжний час на керування верстатом;

$t_{вим} = 1$ хв. – час на вимірювання.

$$t_d = 1,5 + 0,56 + 1 = 3,06 \text{ хв.}$$

Додатковий час на обслуговування робочого місця і відпочинок робочого визначаємо як 6% от оперативного часу:

$$t_{обс} + t_{вдп} = (9,06 + 3,06) \cdot [6/100] = 0,73 \text{ хв.}$$

Таким чином, штучний час становить:

$$t_{шт} = 9,06 + 3,06 + 0,73 = 12,85 \text{ хв.}$$

Підготовчо-завершальний час на операцію становить [5]:

$$t_{п.з} = 20 + 6 = 26 \text{ хв.}$$

Тоді штучно-калькуляційний час становить

$$t_{шт.к} = 12,85 + 26/150 = 13,02 \text{ хв}$$

					<i>ТМ 18510172-00 ПЗ</i>	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ

7.1. Обґрунтування вибору системи пристосування

В даний час заготовка обробляється на універсальному устаткуванні в трикулачковому патроні (встановленому на ділильну головку) з ручним приводом. Застосування спеціального пристрою з механізованим приводом дозволить знизити трудомісткість обробки, підвищити стабільність точності параметрів операції. Орієнтовно у заданих умовах слід визнати найбільш раціональною систему нерозбірних спеціальних пристроїв

7.2. Аналіз вихідних даних для проектування пристроїв

Розглянемо проектуванні спеціального верстатного пристрою для операції свердління 8 отворів діаметром 7 мм. деталі «Диск направляючий»

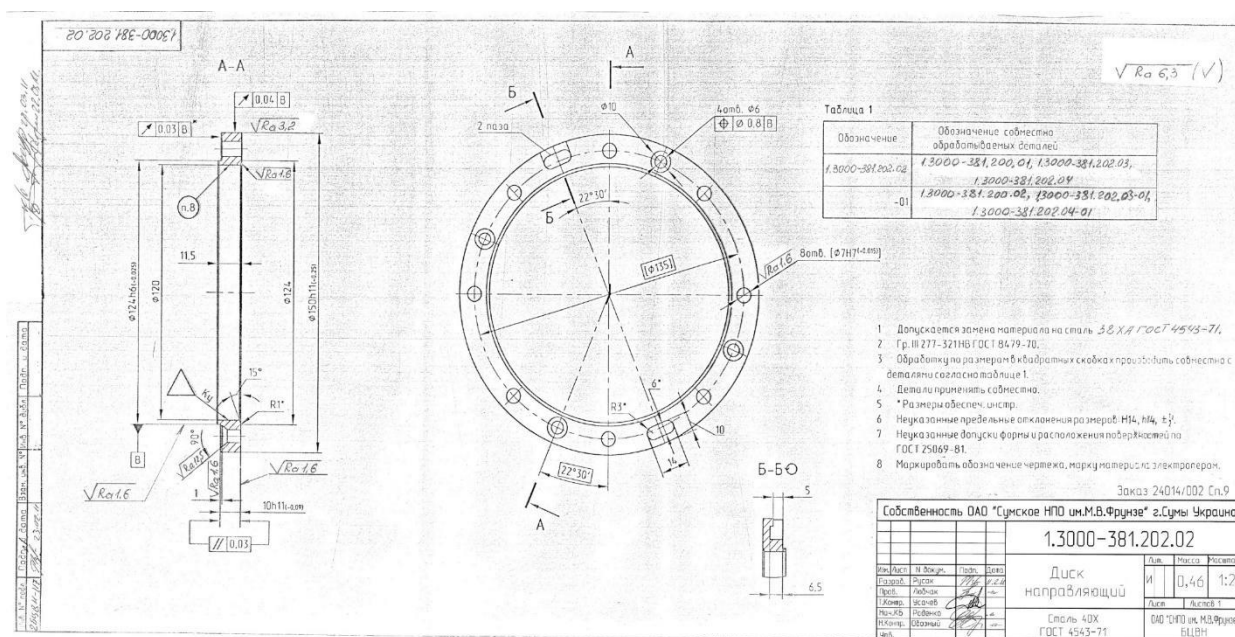


Рисунок 7.1 - Креслення деталі «Диск направляющий»

7.2.1 Точність розмірів

На даній операції повинні формуватися 8 отворів діаметром 7 повинна бути оброблена з точністю IT7.

$$T_{\phi 7} = 15 \text{ мкм}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 18510172-00 ПЗ	Арк.
						45

7.2.2 Точність форми

$$T_{\theta_{\phi 7}} = 0,3 \cdot 15 = 4,5(\text{мкм}).$$

Згідно приймаємо найближче стандартне значення допуску циліндричності та круглості:

$$T_{\theta_{\phi 7}} = 4(\text{мкм}),$$

що відповідає 4 ступеню точності.

7.2.3 Точність розташування

На кресленні задане значення радіального биття (сумарного допуску розташування та форми) зовнішньої циліндричної поверхні $\phi 7$:

$$T_{\text{z}_{\phi 7}} = 0,3 \text{ мм} = 300(\text{мкм}).$$

Визначаємо, що це відповідає 14 ступеню точності.

7.2.4 Ступінь шорсткості

Шорсткість оброблюваних поверхонь, що зазначена на кресленні, має значення $R_a = 1,6 \text{ мкм}$

7.3. Аналіз точності поверхонь, що претендують на роль базових

Для даної деталі (Рис. 1) самим простим варіантом буде затискання її в трикулачковому патроні за діаметр 150

На наступних етапах розроблення та обґрунтування схеми базування вибираємо базову поверхню, що позбавляє встановлювану заготовку найбільшої кількості ступенів свободи (головну базову поверхню). Потім здійснюємо вибір інших базових поверхонь.

7.3.1 Точність розмірів

Відповідно до креслення зовнішня циліндрична поверхня $\phi 150h11$ оброблений по IT11.

$$T_{\phi 150} = 250 \text{ мкм}.$$

					ТМ 18510172-00 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Довжина циліндричної поверхні $10 \pm 0,07$ мм. Відношення $l/d < 2$, що свідчить про можливість використання циліндричної поверхні як подвійну напрямну технологічну базу.

7.3.2 Точність форми

Похибка форми циліндричної поверхні $\varnothing 124h6$ характеризується відхиленням від круглості та циліндричності (ДСТУ ГОСТ 2.308:2013) і нормується за ГОСТ 24643-81.

Оскільки допуск циліндричності та круглості не вказано в технічних вимогах і на кресленні деталі, то він може бути встановлений у межах допуску на розмір:

$$\varnothing 150 = 0,3 \cdot 250 = 75(\text{мкм}).$$

Аналогічно розглянемо торець циліндричної поверхні $\varnothing 150h11$. Розрахункове значення допуску площинності зазначеного торця дорівнює:

$$T_{\square} \varnothing 150 = 0,6 \cdot 250 = 150 (\text{мкм}),$$

при цьому найближче стандартне значення допуску площинності:

$$T_{\square} \varnothing 150 = 160 \text{ мкм},$$

що відповідає 10 ступеню точності.

7.3.3 Точність розташування

Розглянемо можливі похибки по радіальному биттю $\varnothing 150h11$

$$T_{\square} \varnothing 150 = 0,6 \cdot 250 = 150 (\text{мкм}),$$

7.3.4 Ступінь шорсткості

Шорсткість циліндричної поверхні $\varnothing 150h11$, зазначена на кресленні, має значення $R_a = 1,6$ мкм. Це відповідає вимогам з точності, що висувають до базових поверхонь.

У проєктованому пристрої планується обробляти заготовки з базовими поверхнями саме таких розмірів та із зазначеними параметрами точності. Іншими

					ТМ 18510172-00 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

словами, адаптивні властивості настановних елементів пристрою повинні перебувати лише в межах допусків зазначених розмірів.

7.3.5 Вибір подвійної напрямної базової поверхні

Із усього комплексу поверхонь, що утворюють заготовку, на головну базову поверхню може претендувати циліндрична поверхня $\varnothing 150h11$. На її користь свідчить таке:

- вона найбільш точно оброблена: IT11, $T_{\varnothing 150} = 250$ мкм;
- вона досить чисто оброблена: шорсткість її поверхні $R_a = 1,6$ мкм;

Циліндрична поверхня $\varnothing 150h11$, будучи прийнятою в якості головної базової, позбавляє заготовку чотирьох ступенів свободи, тобто є подвійною напрямною базою.

7.3.6 Вибір опорної базової поверхні

$$\varepsilon_{\varnothing 170} = 0$$

Таблиця 7.1 - Однобічні зв'язки

Індекс координати		x	x'	y	y'	z	z'	ω_x	ω_x'	ω_y	ω_y'	ω_z	ω_z'
Спосіб реалізації	Реакція		R	\bar{R}	\bar{R}	\bar{R}	\bar{R}			\bar{R}	\bar{R}	\bar{R}	\bar{R}

Із закріпленням заготовки, для її надійної фіксації, має виконуватись умова: $M_{тр} > M_{кр}$, або з урахуванням коефіцієнта запасу $k_{зап}$, який враховує умови закріплення:

$$M_{\text{тр}} = M_{\text{кр}} \cdot k_{\text{зап}}$$

де $M_{\text{тр}}$ – момент тертя;

$M_{\text{кр}}$ момент різання;

$$M_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} \cdot r, \quad (7.1)$$

де r – радіус закріплення заготовки, $r = 47 \text{ мм}$;

$F_{\text{тр}}$ – сила тертя;

$$F_{\text{тр}} = W \cdot f, \quad (7.2)$$

де W – сила закріплення;

f – коефіцієнт тертя в місцях контакту заготовки з кулачками, при контакті обробленої заготовки з опорами і затискними елементами пристосування. $f = 0,16$ по [12, с.85].

Момент різання $M_{\text{кр}}$ розраховується за формулою:

$$M_{\text{кр}} = P_3 \cdot R, \quad (7.3)$$

де P_3 – сила закріплення;

R – радіус поверхні різання $R = 200 \text{ мм}$;

Коефіцієнт запасу розраховується по формулі:

$$k_{\text{зап}} = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \quad (7.4)$$

де k_0 – коефіцієнт гарантованого запасу, $k_0 = 1,5$;

k_1 – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання через випадкових нерівностей на оброблюваних поверхнях, при чистовій обробки, $k_1 = 1$ – для чистовій обробки;

					ТМ 18510172-00 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

k_2 – коефіцієнт, що характеризує збільшення сил різання внаслідок затуплення різального інструменту, по [12, с.84], $k_2=1$;

k_3 – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання при переривчастому точінні і торцевому фрезеруванні, $k_3=1$;

k_4 – коефіцієнт, що характеризує сталість сили закріплення, при використанні пневмоциліндрів подвійної дії $k_4=1$;

k_5 – коефіцієнт, що характеризує ергономіку ручних затискних механізмів, $k_5=1$;

k_6 – коефіцієнт враховують тільки при наявності моментів, що прагнуть повернути заготовку, $k_6=1$.

$k_{зап} = 1,5$ – оскільки розрахункове значення коефіцієнта запасу K виявилось менше 2,5, приймаємо значення $K = 2,5$.

Спираючись на попередні формули, отримуємо:

$$F_{тр} \cdot r = P_z \cdot R \cdot k_{зап},$$

$$P_z \cdot f \cdot r = P_z \cdot R \cdot k_{зап}$$

де P_z – сила різання;

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (7.5)$$

$$P_z = 3000 \cdot 1^1 \cdot 0,74^{0,75} \cdot 265^{-0,15} \cdot 0,9 = 932,8 \text{ Н}$$

Виконуючи математичні операції над попередніми формулами, отримуємо формулу для обчислення сили закріплення W

$$W = \frac{P_z \cdot R \cdot k_{зап}}{f \cdot r}, \quad (7.6)$$

$$W = \frac{932,8 \cdot 42,2 \cdot 2,5}{0,2 \cdot 47} = 10469,2 \text{ (Н)}$$

									Арк.
									50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Визначимо силу на штоці Q з урахуванням передаточного пристрою - клинної муфти.

$$Q = \frac{W}{i_c}$$

де: W – сила закріплення;

i_c – передаточне відношення сил, що залежить від кута α , при $\alpha=15^\circ i_c=1,9$.

$$Q = \frac{10469,2}{1,9} = 5501,1 \text{ (H)}$$

Сила на штоку, для пневмоциліндрів двосторонньої дії при подачі стисненого повітря в штокову порожнину, визначається за формулою:

$$Q = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta}{4}$$

де: Q – сила на штоці, Q= 5510,1 Н;

d – діаметр штока, d=56 мм;

D – діаметр пневмоциліндра (поршня);

p – тиск стисненого повітря, p=0,4 МПа;

η – к.к.д. що враховує втрати в пневмоциліндрі, $\eta=0,85$

Спираючись на попередню формулу, отримуємо формулу розрахунку діаметра поршня:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{p \cdot \pi \cdot \eta} + d^2},$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 5555}{0,4 \cdot \pi \cdot 0,85} + 56^2} = 154,1 \text{ мм}$$

Беремо найближчий більший стандартний діаметр пневмоциліндра двосторонньої дії $D_\phi = 160$ мм.

Визначаємо фактичну силу закріплення: $W_\phi = W_{\text{розр}} = 10469,2$ Н.

					ТМ 18510172-00 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо фактичну силу на штоці:

$$Q_{\phi} = \frac{\pi \cdot (160^2 - 56^2) \cdot 0,4 \cdot 0,85}{4} = 5998,7 \text{ (Н)}$$

Дана сила перевищує необхідну для зажиму заготовки силу, отже, спроектований верстатний пристрій забезпечує фіксоване положення деталі при обробці.

7.4.Точнісні розрахунки пристрою

Знайдемо допустиму похибку виготовлення по радіальному биттю за (формулой 1)

$$\varepsilon_{i\phi} = \dot{O}_{\phi \phi 40} - \dot{E}_{\phi} \sqrt{(\dot{E}_{\phi 1} \cdot \varepsilon_{\phi 40})^2 + \varepsilon_{\phi 40}^2 + \varepsilon_{\phi 40}^2 + \varepsilon_{i \phi 40}^2 + \varepsilon_{e \phi 40}^2 + (\dot{E}_{\phi 2} \cdot \omega_{\phi 40})^2 + \varepsilon_{ii \phi 40}^2} \quad (1)$$

де $T_{\phi} \phi 7 = 300 \text{ мкм}$;

$K_T = 1,2$; (коефіцієнт, що враховує можливий відступ окремих складових від нормального закону розподілу випадкових величин)

$K_{T1} = 0,85$; (коефіцієнт, що враховує деяке зменшення граничного значення похибки базування. Якщо похибка базування дорівнює нулю, то й $K_{T1} = 0$. У протилежному випадку $K_{T1} = 0,8 - 0,85$;))

$$\varepsilon_{\phi 150} = 0$$

$$\varepsilon_{z \phi 150} = 50 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{\phi} = 10 \text{ мкм}$$

$\varepsilon_n = 0$ (у зв'язку з відсутністю напрямних елементів);

$$\varepsilon_i = 0$$

$$K_{T2} = 0,6$$

$$\omega = 11 \text{ мкм} ;$$

$\varepsilon_{noz} = 20 \text{ мкм}$ (похибка позиціонування відповідно до паспорта верстата).

					ТМ 18510172-00 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді розрахункове значення похибки пристрою буде дорівнювати:

$$300 - 1,2 \sqrt{0^2 + 50^2 + 0^2 + 0^2 + 10^2(0,6 * 11) + 20^2} = 228,4$$

З урахуванням стандартного ряду беремо допуск радіального биття трьохкулачкового патрона

$$\epsilon_{\text{пр}097} = 220(\text{мкм})$$

					<i>ТМ 18510172-00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		53

ВИСНОВОК

В першому розділі даної роботи мною були виконані аналіз службового призначення виробу, вузла, деталі, розроблений новий технологічний процес обробки деталі «Диск направляючий», яка входить до складу плоскошліфувального верстата 3E711B. У другому розділі провів аналіз технічних вимог і виявлення технологічних задач при виготовленні деталі.

У третьому розділі визначив тип виробництва – середньо серійний. У четвертому, проведений аналіз технологічності конструкції деталі. У п'ятому в якості методу отримання заготовки було прийнято використовувати штампування на КГШП.

У шостому розділі виконав аналіз існуючого технологічного процесу, обґрунтував вибір схем базування, металорізального верстата, вибір верстатних пристроїв металорізального та вимірювальних інструментів на операціях 020 Токарна з ЧПК та 060 фрезерна з ЧПК.

Були проведені розрахунки режимів різання для даних операціях та норми часу за табличним методом.

					ТМ 18510172-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

карусельные, токарно-револьверные, алмазно-расточные, сверлильные, долбежные и фрезерные станки. – М.: Машиностроение, 1974. – 416 с.

13. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на шлифовальных и доводочных станках. – М.: Машиностроение, 1974. – 203 с.

14. Общемашиностроительные нормативы режимов резания и времени для технического нормирования работ на протяжных станках. – М.: Машиностроение, 1969. – 199 с.

15. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени и времени на обслуживание рабочего места на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Массовое производство. – М.: Машиностроение, 1974. – 136 с.

16. Точность и производственный контроль в машиностроении: Справочник / Под ред. А. К. Кутая, Б. М. Сорочкина. – Л.: Машиностроение, 1983. – 368 с.

17. Методичні вказівки до практичної роботи “Розрахунок припусків дослідно-статистичним методом” з курсу “Технологічні основи машинобудування” для студентів бакалавратури 6.0902 “Інженерна механіка” усіх форм навчання / Укладач О. У. Захаркін. – Суми: Вид-во СумДУ, 2003. – 11 с

18. Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування: у 2 частинах. – Ч. 1. Загальні відомості / укладачі В. Г. Євтухов, В. О. Іванов. – Суми: Сумський державний університет, 2011. – 55 с.

19. Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування: у 2 частинах. – Ч. 2. Приклади оформлення технологічної документації / укладачі В. Г. Євтухов, В. О. Іванов. – Суми: Сумський державний університет, 2011. – 59 с.

					ТМ 18510172-00 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		