

ЗАТВЕРДЖЕНО
Наказ Міністерства освіти і науки,
молоді та спорту України
29 березня 2012 року № 384

Форма № Н-9.02

Державний вищий навчальний заклад

«Сумський державний університет»

Технічних систем та енергоефективних технологій

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної (роботи)

перший (бакалаврський)

(освітній рівень)

на тему: Проектування технологічного процесу

виготовлення шестерні 78-60567Б

Виконав: студент IV курсу, групи ТМс2-61к
напряму підготовки (спеціальності)

131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Кондратенко І.Д.

(прізвище та ініціали)

Керівник: Динник О.Д.

(прізвище та ініціали)

Рецензент: _____

(прізвище та ініціали)

2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.О.Іванов

«___» _____ 2022р.

**ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
ВИГОТОВЛЕННЯ ШЕСТЕРНІ 78-60567Б**

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрямок підготовки 131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

Студент

Кондратенко І.Д.

Керівник

Динник О.Д.

Нормоконтроль

Динник О.Д.

2022

Форма № Н-9.01

**Державний вищий навчальний заклад
«Сумський державний університет»**

Інститут, факультет	<i>Технічних систем та енергоефективних технологій</i>
Кафедра	<i>Технології машинобудування, верстатів та інструментів</i>
Освітній рівень	<i>перший (бакалаврський)</i>
Напрямок підготовки	<i>131 – Прикладна механіка (Технології машинобудування)</i>
Спеціальність	(шифр і назва)
	(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів та
інструментів

_____ В.О.Іванов
«__» _____ 2022р.

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА

Кондратенко Ігор Дмитрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) *Проектування технологічного
процесу виготовлення шестерні 78-60567Б*

керівник проекту *Динник Оксана Дмитрівна, канд. техн. наук, ст. викладач*
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «17» травня 2022 року № 0362-VI_

2. Строк подання студентом проекту (роботи) «15» червня 2022 року

3. Вихідні дані до проекту(роботи)

Креслення деталі «шестерня 78-60567Б»

Базовий технологічний процес виготовлення шестерні 78-60567Б

Річний обсяг випуску деталей – 5200 шт.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

4.1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі

4.2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі

4.3 Визначення типу виробництва та форми його організації

4.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

4.5 Вибір способу отримання заготовки, розробка технічних вимог на заготовку

4.6 Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі

4.7 Проектування верстатного пристрою

5. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

6. Дата видачі завдання «_____» _____ 20__ року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Технологічна частина	10.05.2022	1
2	Охорона праці та безпека праці в надзвичайних ситуаціях	15.05.2022	2
3	Оформлення пояснювальної записки	20.05.2022	3
4	Оформлення комплекту технологічної документації	25.05.2022	4
5	Додатки. Презентація	31.05.2022	5

Студент

_____ (підпис)

Керівник проекту (роботи)

_____ (підпис)

Кондратенко І.Д.
(прізвище та ініціали)

Динник О.Д.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Записка: 57 с., таблиць 19, рисунків 13, літературних джерел 22

Об'єкт розробки: деталь «Шестерня 78-60567Б»

Мета роботи: Проектування технологічного процесу виготовлення шестерні 78-60567Б.

В кваліфікаційній роботі виконаний аналіз службового призначення вузла – «Механічна коробка передач комбайна Нива», деталі – «Шестерня 78-60567Б». Проаналізовані технічні вимоги на виготовлення деталі. На основі коефіцієнта закріплення операцій визначений тип виробництва – середньосерійний, розрахована величина партії деталей та охарактеризовані основні умови організації праці у розглянутому типі виробництва. На основі техніко-економічного порівняння методів отримання заготовки вибраний найбільш раціональний спосіб – штамповка на кривошипному гаряче штампувальному пресі.

Проаналізований технологічний процес виготовлення валу-шестерні та докладно розглянуті дві технологічні операції: 010 Токарна з ЧПК, та 020 Зубофрезерна, під час аналізу обґрунтовані схеми базування, виконано вибір металорізального обладнання та технологічної оснастки на даних операціях. Також виконаний розрахунок режимів різання та технічне нормування операцій.

В графічній частині роботи виконанні креслення заготовки, налагодження на операції, маршрутного технологічного процесу виготовлення шестерні, пристосування з пневматичним приводом на операцію 020 Зубофрезерна.

ШЕСТЕРНЯ, ЗАГОТОВКА, БАЗУВАННЯ, ВЕРСТАТ, ФРЕЗА, РІЗЕЦЬ, ШТАНГЕНЦИРКУЛЬ, ШТАНГЕНЗУБОМІР, НОРМА ЧАСУ, МЕХАНІЧНА КОРОБКА ПЕРЕДАЧ, ПРИСТОСУВАННЯ

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі.....	6
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі.....	11
3 Визначення типу та форми організації виробництва.....	13
4 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	17
5 Вибір способу отримання заготовки та розроблення технічних вимог до неї.....	19
6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі.....	25
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку.....	27
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки.....	29
6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів.....	32
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів.....	36
6.5 Розрахунки режимів різання.....	37
6.6 Технічне нормування операцій.....	45
7 Проектування верстатного пристрою для установлення і закріплення заготовки.....	49
Висновок.....	55
Список використаної літератури.....	56
Додаток А Шестерня 78-60567Б. Робоче креслення.....	58
Додаток Б Розрахунок припусків на оброблення поверхні обертання.....	60
Додаток В Пристрій ТМ 20090019-07-00-00СК. Специфікація.....	61
Додаток Г Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	63

					<i>ТМ 20090019-00 ПЗ</i>			
		№ докум.	Підпис					
Розробив	Кондратенко			Проектування технологічного процесу виготовлення шестерні 78-60567Б	Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевірив	Динник О.Д.				4	57		
Реценз.					СумДУ, ТМс2-81к			
Н. Контр.	Динник О.Д.							
Затв.	Іванов В.О							

ВСТУП

Машинобудування є основною галуззю, що забезпечує розвиток економіки будь-якої держави. В даний час в Україні дуже важливим завданням є створення і освоєння нових технологій в галузі машинобудування, які забезпечують зростання продуктивності праці, поліпшення якості продукції, зниження матеріаломісткості і собівартості продукції, екологічну безпеку виробництва. Вироби машинобудування як галузі, що забезпечує розвиток всіх інших галузей промисловості, мають вийти на світовий ринок і успішно конкурувати з продукцією інших країн.

Головними напрямками на шляху вирішення цих завдань є: механізація та автоматизація виробництва, використання систем автоматизованого проектування на всіх етапах життєвого циклу виробу (від конструкторської розробки до впровадження у виробництво і експлуатації виробу), обладнання з вбудованими засобами мікропроцесорної техніки, верстатів з ЧПК.

В Україні розвинуте широкопрофільне машинобудування, підприємства якого формують складний взаємопов'язаний машинобудівний комплекс. До його складу входять усі основні галузі машинобудування. Провідне місце посідають приладобудування, тракторне і сільськогосподарське машинобудування, де зайнято близько п'ятої частини тих, хто працює в машинобудуванні.

Розвиваються транспортне машинобудування, промисловість металевих конструкцій, верстатобудівна та інструментальна тощо.

Характерною особливістю галузі є розширення випуску виробів, що раніше доставлялися з-за кордону, підвищення якості деяких видів продукції. Проте машинобудування не поминули кризові явища, які призвели до значного скорочення випуску продукції, погіршення зв'язків, розбалансування виробництва.

					<i>ТМ 20090019-00 ПЗ</i>	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Деталь «Шестерня 78-60567Б» входить до складу механічної коробки перемикачів передач комбайна Нива СК-5.

Дана модель зернозбирального комбайна призначена для збирання злакових культур, в тому числі у зонах так званого ризикованого землеробства. Техніка ідеально справляється зі своїм завданням навіть на полях із невеликим рівнем урожайності. Основними особливостями комбайна Нива СК-5 є:

- невеликі габарити та маса дозволяють застосовувати на обмежених територіях, а також на ухилах;
- досить висока питома продуктивність забезпечена оптимальним співвідношенням транспортерів різного типу;
- вдала конструкція солоотрясу дозволяє знизити втрати зерна;
- полегшено управління за рахунок використання гідропідсилювачів керма, а також підйому та опускання навісного обладнання;
- автоматично виконується скидання соломи накопичувачем;
- оптимізовано конструкцію кабіни, де для водія створено досить комфортні умови при зниженій вібрації та низькому рівні шуму.

Технічні характеристики комбайна Нива СК-5 наведені в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики комбайна Нива СК-5.

Габарити довжина/ширина/висота	7607/3930/4100 мм
Вага	7400 кг
Молотильний механізм	барaban
Об'єм бункера	3000 л
Солоотряс	4 клавiші
Ширина жатки	4 м
Ножі	64 шт.

					ТМ 20090019-00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Передачі перемикаються пересуванням шестерень, які по черзі входять у зачеплення з іншими шестернями, або блокуванням шестерень на валу за допомогою синхронізаторів. Синхронізатори вирівнюють частоту обертання шестерень, що вмикаються, і блокують одну з них із веденим валом. Пересуванням шестерень або синхронізаторів керує водій при вимкненому зчепленні.

Принцип роботи механічної КПП полягає в тому, що зубчасті шестерні в її корпусі можуть по черзі зачіплятися в різних комбінаціях, утворюючи декілька передач з різним передавальним числом.

Шестерні первинного валу коробки зміни передач знаходяться в зачепленні з шестірнями вторинного валу, на якому на шліцах закріплені шестерні 1 і 2, 3 передач. На вторинному валу знаходиться блок ведених шестерень; пересуваючись цей блок уздовж вала, можна отримати ту чи іншу швидкість обертання.

Деталь 1 встановлюється на первинний вал коробки передач 2 за допомогою шліцевого з'єднання. Переміщуючись по валу на шліцах шестерня 1 входить в зачеплення з шестернями 6 або 9 утворюючи при цьому різний крутний момент.

Проаналізуємо поверхні деталі, покажемо їх на рисунку 1.3.

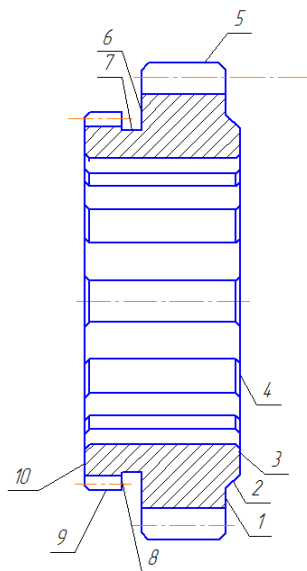


Рисунок 1.3 – Поверхні шестерні 78-60567Б

Класифікацію поверхонь за службовим призначенням проведемо на основі складального креслення (таблиця 1.2).

										Арк.
										8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ТМ 20090019-00 ПЗ

Таблиця 1.3 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Назви баз
1, 2, 3	II, IV, VI	Встановлювальна
4, 5	III, I	Подвійна опорна
6	V	Опорна

Таблиця 1.4 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	0	1	0	Встановлювальна база
α	1	0	1	
L	1	0	1	Подвійна опорна база
α	0	0	0	
L	0	0	0	Опорна база
α	0	1	0	

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Деталь шестерня являє собою тіло обертання призначене для передачі крутного моменту. Деталь має зубчастий вінець з модулем $m=5$ і числом зубів $z=32$, зубчастий вінець з модулем $m=5$ і числом шліців $z=26$ і шліцьовий отвір з числом шліців $z=10$ і шириною зуба $b=14$. Зуби піддаються цементації з наступним загартуванням і відпусткою.

Деталь виготовляється з високоякісної легованої цементованої сталі 20ХН3А ГОСТ 4543-71. З цієї сталі виготовляють: шестерні, вал-шестерні, пальці і інші особливо відповідальні високонавантажені деталі, до яких пред'являються вимоги високої міцності, пластичності і в'язкості серцевини і високої поверхневої твердості, що працює під дією ударних навантажень або при негативних температурах. Механічні властивості і хімічний склад сталі 20ХН3А наведені в таблицях 2.1 і 2.2.

Таблиця 2.1 – Механічні властивості сталі 20ХН3А ГОСТ 4543-71

σ_b , МПа	σ_T , МПа	δ , %	a_n , Дж/см ²	НВ
950	750	12	110	255

Таблиця 2.2 – Хімічний склад сталі 20ХН3А ГОСТ 4543-71

C	Cr	Ni	Mn	Si	P	S
0,17 - 0,24	0,60 - 0,90	2,75 - 3,15	0,30 - 0,60	0,17 - 0,37	0,025	0,025

На основі аналізу робочого креслення можна сказати, що креслення виконано згідно існуючих стандартів, проставлені всі необхідні розміри та технічні вимоги для її виготовлення. Креслення деталі має достатню кількість видів та перерізів, що дають повне уявлення про конструктивні особливості деталі.

									Арк.
									11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТМ 20090019-00 ПЗ				

Матеріал деталі задовольняє всім висунутим вимогам та забезпечує нормальну працездатність деталі у вузлі.

Більшість зазначених відхилень на розмір, точність форми та точність розташування відповідають стандартним значенням.

До шліцьової циліндричної поверхні $\varnothing 102H7$ ставиться вимога радіального биття в межах 0,05 мм відносно поверхні В.

До торців ставиться вимога перпендикулярності в межах 0,05мм відносно поверхні А.

На даній деталі проставлена різна шорсткість поверхонь. Для тих поверхонь на яких шорсткість не зазначена будемо брати Ra12,5. На шліцьову поверхню назначається шорсткість, що становить Ra2,5. Це говорить про те що дана поверхня є важливою в конструкції даної деталі.

Згідно з технічними вимогами інші розміри та поверхні повинні бути виконані не менше 14-го квалітету.

Отже, робота шестерні здійснюється в нормальних умовах з постійним навантаженням. Дана деталь працює в механізмі у вертикальному положенні. До деталі ставляться жорсткі вимоги.

					<i>ТМ 20090019-00 ПЗ</i>	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ФОРМИ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБІТ

Тип виробництва розраховуємо на основі коефіцієнта закріплення операцій K_{30} , який показує відношення всіх різноманітних технологічних операцій, виконуваних на протязі місяця до кількості робочих місць.

Визначаємо коефіцієнт закріплення операції K_{30} за формулою:

$$K_{3.0.} = \Sigma O / \Sigma P \quad (3.1)$$

де ΣO – сумарне число різноманітних операцій;

ΣP – число робітників виконуючих ці операції.

Штучно-калькуляційний час беремо з базового технологічного процесу. Дані записуємо до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Визначення типу виробництва

№ оп.	Найменування операції	$T_{шт-к}$, хв	m_p	P, шт.	$\eta_{з.ф.}$	O
005	Токарна з ЧПК	4,34	0,110	1	0,110	7,284
010	Токарна з ЧПК	5,97	0,151	1	0,151	5,295
015	Зубодовбальна	8,53	0,216	1	0,216	3,706
020	Зубофрезерна	42,42	1,074	1	1,074	0,745
030	Горизонтально–протягувальна	0,64	0,016	1	0,016	49,394
035	Горизонтально–протягувальна	0,98	0,025	1	0,025	32,257
050	Плоско-шліфувальна	0,82	0,021	1	0,021	38,551
055	Плоско-шліфувальна	0,86	0,022	1	0,022	36,758
060	Зубошліфувальна	20,01	0,506	1	0,506	1,580
Всього		84,57		9		175,571

Розрахункову кількість верстатів по операціям знаходимо за формулою:

$$m_p = \frac{N_{\text{річ}} \cdot T_{\text{шт-к}}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{\text{з.н.ср.}}}, \text{ шт} \quad (3.2)$$

де $N_{\text{річ}}$ – річна програма випуску деталей, 5200 шт;

F_d – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, $F_d = 4029$ год;

$\eta_{\text{з.н.ср.}}$ – середнє значення нормативного коефіцієнта завантаження обладнання.

Виконаємо розрахунок необхідної кількості обладнання за формулою:

$$m_p = \frac{5200 \cdot 4,34}{60 \cdot 4029 \cdot 0,8} = 0,11 \text{ шт.}$$

Число робочих місць P знаходимо шляхом округлення до ближнього цілого числа отриманого значення m_p : $P=1$. Результати розрахунків для всіх інших механічних операцій приведені в таблиці 3.1.

Фактичний коефіцієнт завантаження обладнання робочого місця знаходиться за формулою:

$$\eta_{\text{з.ф}} = \frac{m_p}{P} \quad (3.3)$$

$$\eta_{\text{з.ф}} = \frac{0,11}{1} = 0,11$$

Результати розрахунків для інших механічних операцій представимо в таблиці 3.1.

Кількість операцій виконуваних на робочому місці знаходимо за формулою:

$$O = \frac{\eta_{\text{з.н.ср.}}}{\eta_{\text{з.ф.}}} \quad (3.4)$$

$$O = \frac{0,8}{0,11} = 7,284$$

					<i>ТМ 20090019-00 ПЗ</i>	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Результати розрахунків для інших операцій заносимо до таблиці 3.1.

Знаходимо ΣP , ΣO , $\Sigma T_{шт-к.}$, результати розрахунків заносимо до таблиці 3.1.

Коефіцієнт закріплення операцій знаходимо по формулі:

$$K_{з.о.} = \frac{\Sigma O}{\Sigma P} = \frac{175,571}{9} = 19,51 \quad (3.5)$$

Розраховане значення коефіцієнта ($10 < K_{з.о.} < 20$) відповідає середньо серійному типу виробництва.

Визначення форми організації виробництва.

Добовий випуск деталей розраховуємо за формулою:

$$N_{доб} = \frac{N_{річ}}{C}, \text{ шт/день} \quad (3.6)$$

де C – кількість робочих днів у році, $C=254$ дня.

$$N_{доб} = \frac{5200}{254} = 21 \text{ шт/день}$$

Добовий фонд часу роботи обладнання знаходимо за формулою:

$$F_{доб} = \frac{60 \cdot F_d}{254}, \text{ хв} \quad (3.7)$$

$$F_{доб} = \frac{60 \cdot 4029}{254} = 951,73 \text{ хв}$$

Середня трудомісткість механічних операцій обчислюється за формулою:

$$T_{ср} = \frac{\Sigma T_{шт-к.}}{n}, \text{ хв} \quad (3.8)$$

де n – число механічних операцій, $n=9$;

$$T_{ср} = \frac{84,57}{9} = 9,4 \text{ хв.}$$

Добова потужність потокової лінії при її завантаженні на 60% розраховуємо за формулою:

					<i>ТМ 20090019-00 ПЗ</i>	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{\text{доб}} = \frac{F_{\text{доб}}}{T_{\text{ср}}} \cdot 0,6, \text{ шт} \quad (3.9)$$

$$Q_{\text{доб}} = \frac{951,73}{9,4} \cdot 0,6 = 60,74 \text{ шт.}$$

При порівнянні $N_{\text{доб}}=21 < Q_{\text{доб}} = 61$ бачимо, що добовий випуск деталей на багато менше добової потужності потокової лінії при її завантаженні на 60%, тобто використання одно номенклатурної потокової лінії нераціонально, тому приймаємо групову форму організації праці.

Серійне виробництво спеціалізується на виготовленні обмеженої номенклатури виробів порівняно невеликими обсягами і повторюваними через визначений час партіями (серіями).

Для середньосерійного виробництва характерний випуск виробів досить великими серіями обмеженої номенклатури; серії повторюються з відомою регулярністю за періодом запуску і кількістю виробів у партії; річна номенклатура ширша за номенклатуру випуску в кожному місяці. За робочими місцями закріплено більш вузьку номенклатуру операцій. Устаткування - універсальне і спеціальне, вид руху предметів праці - паралельно-послідовний. Заводи мають розвинуту виробничу структуру, заготівельні цехи спеціалізуються за технологічним принципом, а в механоскладальних цехах створюються предметно-замкнуті ділянки.

Кількість деталей у партії обчислюємо за формулою:

$$n = \frac{(N_{\text{річ}} \cdot a)}{259} \quad (3.10)$$

де $a = 24$ – періодичність запуску в днях.

$$n = \frac{(24 \cdot 5200)}{259} = 482 \text{ шт}$$

Приймаємо 482 шт.

					<i>ТМ 20090019-00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Одним з важливих етапів проектування є аналіз конструкції деталі на технологічність. Метою цього етапу є виявлення можливості зниження собівартості і трудомісткості виготовлення без збитку для службового призначення деталі, за рахунок незначних змін в її конструкції.

Для виготовлення шестерні необхідний матеріал, що має підвищену зносостійкість і високу твердість. Для цих цілей обрана конструкційна легована цементована сталь 20ХН3А ГОСТ 4543-71. Матеріал деталі повністю відповідає умовам експлуатації і вимогам по міцності, зносостійкості, поверхневим деформаціям і т.д..

Для забезпечення технологічних та механічних властивостей деталі, матеріал піддається термообробці, а саме, цементації.

Матеріалозамінником можуть бути сталі: 20Х2Н4А 20ХГНР, 15ХГН2ТА, 20ХГНТР, які по властивостях і характеристиках подібні до даного матеріалу.

Аналізовану деталь можна віднести до типу деталей «Шестерні» що мають досить просту форму, яка дозволяє обробляти одночасно декілька поверхонь. Всі поверхні шестерні доступні для обробки та контролю.

Чорновими базами для установки заготовки на першій операції можуть бути зовнішні циліндричні поверхні заготовки. Надалі за базу приймають центральний отвір деталі. Вимірювальні бази деталі можна використовувати в якості технологічних баз, що дає можливість дотриматися принципів постійності і суміщення баз. Точність і шорсткість цих баз забезпечить необхідну точність обробки.

При розробці технологічних операцій потрібно особливу увагу приділити вибору баз для забезпечення точності обробки деталей і виконання технічних вимог креслення. При виборі баз необхідно приймати поверхні, що не підлягають обробці, а якщо деталь має декілька не оброблюваних поверхонь, то за базу потрібно приймати ту, яка повинна мати найменше зміщення своєї осі або бути з найменшим припуском на обробку. При даній операції будемо закріплювати

					<i>ТМ 20090019-00 ПЗ</i>	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

заготовку у пристрої спеціальному з упором у торець, але в першому випадку упор у торець буде по $\varnothing 123$ мм а в другому $\varnothing 135$ мм це робиться для того щоб вирахувати при якому закріпленні у торець похибка буде найменша. В першому випадку похибка становить 0,003 мм а в другому 0,02 мм, обидві випадки влаштовують похибку базування. Вибираємо перший метод базування, так як він має меншу похибку базування. На кресленні всі розміри проставлені правильно і тому креслення можна прочитати і зрозуміти всю конструкцію деталі.

До багатьох розмірів на кресленні деталі ставляться відповідні квалітети точності. Це виконується для того, щоб ті поверхні які виконують функціональне призначення виконувались за більш точним квалітетом і більш точніше, а ті поверхні що є вільними виконувались менш точно. Ті поверхні що виконують функціональне призначення деталі виконуються за 7-10 квалітетом. Поверхні що взагалі не виконують ні якої ролі тобто вільні поверхні виконуються за 14 квалітетом точності.

Таким чином, на основі проведеного якісного аналізу, можемо зробити висновок, що деталь шестерня цілком технологічна.

					<i>ТМ 20090019-00 ПЗ</i>	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

Аналіз базового технологічного процесу виготовлення шестерні показав, що в якості вихідної заготовки застосовують метод вільного кування з малою точністю та значними припусками й напусками. Однак, в умовах середньосерійного виробництва заготовку шестерні економічно не доцільно не вигідно одержувати методом кування через велику втрату металу. Доцільнішим методом буде отримати заготовку штампуванням на кривошипному гаряче штампувальному пресі (КГШП).

Розрахунок розмірів заготовки проводимо у відповідності до стандарту [7]

Вихідні дані для розрахунку:

1. Сталь 20ХНЗА ГОСТ 4543-71.
2. Нагрівання заготовки – індивідуальне.
3. Група сталі - М2 (таблиця 1).
- 4 .Клас точності поковки - Т3 (таблиця 1).

Визначаємо розрахункову масу поковки за формулою:

$$m_p = m_d \cdot k_p, \text{ кг} \quad (5.1)$$

де m_d – маса деталі, кг;

k_p – розрахунковий коефіцієнт.

$$m_p = 3,56 \cdot 1,5 = 5,34 \text{ кг}$$

Розміри фігури, які описують поковку розраховуємо за формулами:

- діаметр:

$$D_\phi = D_d \cdot 1,05 \text{ мм}, \quad (5.2)$$

$$D_\phi = 171 \cdot 1,05 = 179,55 \text{ мм}$$

- довжина:

					ТМ 20090019-00 ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L_{\phi} = L_{д} \cdot 1,05, \text{ мм} \quad (5.3)$$

$$L_{\phi} = 55 \cdot 1,05 = 57,75 \text{ мм}$$

Масу фігури, яка описує поковку визначаємо за формулою:

$$m_{\phi} = \frac{\pi \cdot D_{\phi}^2}{4} \cdot L_{\phi} \cdot \rho, \text{ кг} \quad (5.4)$$

$$m_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 17,95^2}{4} \cdot 5,75 \cdot 7,87 = 11485 \text{ г} = 11,485 \text{ кг}$$

Співвідношення розрахункової маси поковки до маси фігури:

$$m_p : m_{\phi} = 5,36 : 11,485 = 0,46$$

Степінь складності поковки – С2 .

Конфігурація поверхні рознімання штампа - П (плоска).

По групі сталі, класу точності і ступеню складності визначаємо вихідний індекс поковки – 11. (таблиця 2)

Припуски і ковальські напуски:

Основні припуски на розміри, мм:

1,7 - діаметр 135 мм і чистота поверхні 6,3мкм;

1,4 - діаметр 123 мм і чистота поверхні 12,5мкм;

1,8 - діаметр 171 мм і чистота поверхні 6,3мкм;

1,7 - діаметр 102 мм і чистота поверхні 2,5мкм;

1,8 - товщина 55 мм і чистота поверхні 1,0мкм;

1,2 - товщина 30 мм і чистота поверхні 12,5мкм.

Додаткові припуски, що враховують:

зміщення по поверхні рознімання штампа - 0,3 мм;

відхилення від площинності - 0,4 мм.

Штампувальний ухил:

на зовнішній поверхні - не більше 5° приймається 5°;

					<i>ТМ 20090019-00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

на внутрішній поверхні - не більше 7° приймається 7°.

Розміри поковки і їх допустимі відхилення:

Розміри поковки, мм:

діаметр $135 + (1,7 + 0,3) \cdot 2 = 139$ приймається 139мм;

діаметр $92 - (7,7 + 0,3) \cdot 2 = 84$ приймається 84 мм;

діаметр $171 + (1,8 + 0,3) \cdot 2 = 175,2$ приймається 175,5 мм;

діаметр $123 + (1,4 + 0,3) \cdot 2 = 126,4$ приймається 126,5 мм;

товщина $30 + (1,2 + 0,4) \cdot 2 = 33,2$ приймається 33,5 мм;

товщина $55 + (1,8 + 0,4) \cdot 2 = 59,4$ приймається 59,5 мм;

товщина $20 + (1,2 + 0,4) = 21,6$ приймається 22 мм.

Радіус заокруглення зовнішніх кутів – 3,6 мм.

Допустимі відхилення розмірів, мм:

діаметр $139_{-0,8}^{+1,4}$;

діаметр $175,5_{-0,9}^{+1,6}$;

діаметр $126,5_{-0,8}^{+1,4}$;

діаметр $98_{-0,7}^{+1,3}$;

товщина $33,5_{-0,5}^{+1,1}$;

товщина $59,5_{-0,7}^{+1,3}$;

товщина $22_{-0,5}^{+1,1}$;

Допустима величина залишкового облою 0,8 мм.

Допустиме відхилення від площинності 0,8 мм.

Допустиме відхилення від концентричності пробитого отвору щодо зовнішнього контуру поковки 1,0 мм.

Допустиме зміщення по поверхні рознімання штампа 0,6 мм.

Допустима величина висоти задирки 3,0 мм.

					<i>ТМ 20090019-00 ПЗ</i>	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

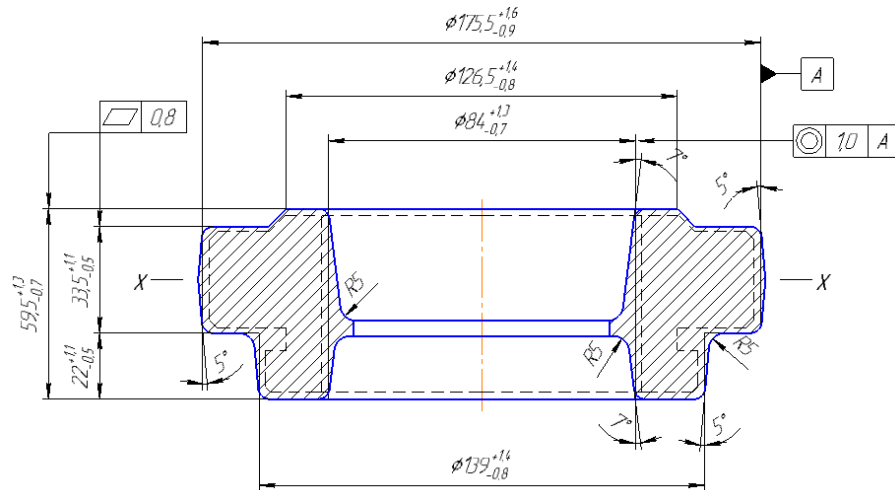


Рисунок 5.1 – Ескіз заготовки – штамповки

Розраховуємо масу заготовки за формулою:

$$m_3 = V \times \rho, \text{ кг} \quad (5.5)$$

де ρ – питома вага матеріалу, $\text{кг}/\text{м}^3$ (для сталі $\rho=7,700 \text{ кг}/\text{м}^3$);

Визначаємо об'єм заготовки як суму об'ємів простих деталей за формулами:

$$V = \pi \cdot R^2 \cdot H, \text{ мм}^3 \quad (5.6)$$

$$V_1 = 3,14 \cdot 69,5^2 \cdot 22 = 327606,87 \text{ мм}^3;$$

$$V_2 = 3,14 \cdot 87,7^2 \cdot 33,5 = 809969,57 \text{ мм}^3;$$

$$V_4 = 3,14 \cdot 49^2 \cdot 59,5 = 448578,83 \text{ мм}^3;$$

$$V_3 = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot H \cdot (R_1^2 + R_1 R_2 + R_2^2), \text{ мм}^3 \quad (5.7)$$

$$V_3 = \frac{1}{3} \cdot 3,14 \cdot 4 \cdot (67,7^2 + 67,7 \cdot 63,25 + 63,25^2) = 59183,09 \text{ мм}^3;$$

$$V_d = V_1 + V_2 + V_3 - V_4, \text{ мм}^3; \quad (5.8)$$

$$V_{шз} = 327606,87 + 809969,57 + 59183,09 - 448578,83 = 748180 \text{ мм}^3$$

$$m_{шз} = 0,000748181 \cdot 7700 = 5,76 \text{ кг}.$$

									Арк.
									22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

При визначенні собівартості заготовки, одержуваної різними способами, необхідно враховувати, що припуски на ковану заготовку більше за припуски на штамповану. тобто маса кування буде більшою від маси штампованої заготовки не менш ніж на 40%. Розрахунок вартості заготовки проводимо за [3]

Масу кованої заготовки визначаємо за формулою:

$$m_{кз} = m_{шз} + \frac{m_{шз} \cdot 40}{100}, \text{ кг} \quad (5.9)$$

$$m_{кз} = 5,76 + \frac{5,76 \cdot 40}{100} = 8,06 \text{ кг}$$

Собівартість кування в загальному випадку можна визначити за формулою:

$$C_k = C_1 \cdot S \cdot z \cdot C_d \quad (5.10)$$

де C_1 – собівартість 1 кг кувань, грн.;

S – коефіцієнт складності конфігурації кування;

C_d – маса заготовки, кг.

Для штампованих кувань собівартість визначаємо за формулою:

$$C_{шк} = C_1 \cdot S \cdot K_N \cdot C_d \quad (5.11)$$

де K_N – коефіцієнт враховуючий програму.

$$C_k = 1,4 \cdot 1 \cdot 0,57 \cdot 8,06 = 6,43 \text{ грн/кг}$$

$$C_{шз} = 1,4 \cdot 1 \cdot 0,57 \cdot 5,76 = 4,6 \text{ грн/кг}$$

Розраховуємо вартість заготовки за формулою:

$$S_{заг} = C_i \cdot Q \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_P \cdot K_M - (Q - q) \cdot \frac{S_{відх}}{1000}, \text{ грн}, \quad (5.12)$$

де C_i – базова вартість 1 т заготовок, грн Вартість одного кілограма штампованих заготовок визначається за прейскурантом №08-01, 2021 року ;

Q – маса заготовки, кг;

K_T – коефіцієнт, що залежить від класу точності

					<i>ТМ 20090019-00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

$K_T = 1$ ([3], с. 37);

K_C – коефіцієнт, що залежить від ступеня складності;

$K_C = 0,9$ ([3], табл.2.10, с.35);

K_B – коефіцієнт, що залежить від маси заготовки;

$K_B = 0,9$ ([3], табл. 2.12,с.38);

K_P – коефіцієнт, що залежить від обсягу випуску заготовок;

$K_P = 1$ ([3], табл. 2.13, с. 38);

K_M – коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу;

$K_M = 1,79$ ([3], с.37);

q – маса деталі, кг;

$S_{\text{відх}}$ – ціна 1 т відходів, грн. ([3], табл. 2.7, с. 32)

При куванні:

$$S_{\text{заг К}} = 6,43 \cdot 5,76 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1,79 - (5,76 - 3,56) \cdot \frac{250}{1000} = 53,5 \text{ грн}$$

При штампуванні:

$$S_{\text{заг Ш}} = 4,6 \cdot 5,76 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1,79 - (5,76 - 3,56) \cdot \frac{250}{1000} = 38,31 \text{ грн}$$

Собівартість штампованої заготовки нижче собівартості заготовки отриманої методом кування:

$$38,31 < 53,5$$

Розраховуємо економічний ефект від застосування штампування замість кування за формулою:

$$E_3 = (S_{\text{заг К}} - S_{\text{заг Ш}}) \cdot N \quad (5.13)$$

$$E_3 = (53,5 - 38,51) \cdot 5200 = 77948 \text{ грн.}$$

					<i>ТМ 20090019-00 ПЗ</i>	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ІСНУЮЧОГО АБО ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Проаналізуємо базовий технологічний процес виготовлення деталі «Шестерня».

Технологічний процес виготовлення деталі розроблений відповідно до технічних вимог даної деталі а також з урахуванням особливостей середньосерійного виробництва.

Детальний аналіз технологічного процесу з послідовністю операцій і обладнання представлений у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Базовий технологічний процес виготовлення шестерні

№ оп.	Найменування операції	Короткий зміст операції	Базування	Обладнання
1	2	3	4	5
000	Заготівельна	Обробка тиском		Кривошипний гарячештампвальний прес.
005	Токарна з ЧПК	1. Точити торець згідно керуючої програми начорно, витримати розмір 55 мм; 2. Розточувати отвір згідно керуючої програми начорно, витримати розмір $\varnothing 92H11$ мм; 3. Розточувати отвір згідно керуючої програми начисто, витримати розмір $\varnothing 92H9$ мм.	Зовнішня циліндрична поверхня, торець	Токарний верстат з ЧПК GCL-2B
010	Токарна з ЧПК	1. Точити зовнішні поверхні та торець згідно керуючої програми начорно, витримати розміри $\varnothing 135h12$ мм, $\varnothing 171h14$ мм, 55 мм; 2. Точити зовнішні поверхні та торці згідно керуючої програми напівначисто, витримати розміри $\varnothing 135h10$ мм, 55 мм 3. Точити канавку витримати розмір 7мм і $\varnothing 122h14$ мм	Центральний отвір, торець	Токарний верстат з ЧПК GCL-2B

						ТМ 20090019-00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			25

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4	5
015	Зубодовбальна	Довбати зубці $m=5, z=26$	Центральний отвір, торець	Зубодовбальний верстат SMZ20
020	Зубофрезерна	Фрезерувати зубці $m=5, z=32$	Центральний отвір, торець	Зубофрезерний верстат з ЧПК SF 200 CNC
025	Контрольна	Контролювати розміри згідно креслення		Стіл ВТК
030	Горизонтально-протягувальна	Протягувати отвір $\varnothing 92H7$	торець	Горизонтально-протягувальний верстат 7A520
035	Горизонтально-протягувальна	Протягувати шліцьовий отвір $\varnothing 102H7$	торець	Горизонтально-протягувальний верстат 7A520
040	Контрольна	Контролювати розміри згідно креслення		Стіл ВТК
045	Термічна	Загартувати зубчасті поверхні		Установка СВЧ
050	Плоско-шліфувальна	Шліфувати торець	торець	BSG 2040 PLC
055	Плоско-шліфувальна	Шліфувати торець	торець	BSG 2040 PLC
060	Зубошліфувальна	Шліфувати зубці	Центральний отвір, торець	Зубошліфувальний верстат LUREN LFG-3540
065	Контрольна	Контролювати розміри згідно креслення		Стіл ВТК

					<i>ТМ 20090019-00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Виконаємо розрахунок припусків та знайдемо розміри на обробку отвору $\varnothing 92H7$.

Розрахунок проведений на ЕОМ та показаний в додатках.

Для вказаних технологічних переходів визначаємо елементи припуску Rz, T. [6 табл.4.3,4.5, с.63-64]

– для заготівки	Rz =200 мкм	T=250 мкм
– для чорного точіння	Rz =40 мкм	T=50 мкм
– для чистового точіння	Rz =20 мкм	T=20 мкм
– для протягування	Rz =2,5 мкм	T=15 мкм

Розрахункова формула для знаходження припуску для отвору має вигляд:

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

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

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

ρ_{i-1}^2 – величина просторового відхилення форми поверхні отриманої на попередній операції(переході);

ε_i^2 – похибка на виконуваний операції (переході).

Перераховані показники є величинами табличними окрім ρ_{i-1} , яка розраховується за формулою:

$$\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_k^2 + \rho_{\text{ц}}^2} = \sqrt{800^2 + 700^2} = 1500 \text{ мкм} \quad (6.2)$$

Знайдемо значення ρ для кожного з переходів:

$$\rho = \rho_{\text{заг}} \cdot K_y, \text{ мкм} \quad (6.3)$$

$$\rho_{\text{точ чор}} = 1500 \cdot 0,06 = 90 \text{ мкм.}$$

					ТМ 20090019-00 ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вільності. У такий спосіб деталь позбавляється 5-ти ступенів вільності, шоста ступінь звільняється.

Таблиця 6.5 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Назви баз
1, 2, 3	II, IV, VI	Встановлювальна
4, 5	III, I	Подвійна опорна
6	V	Опорна

Таблиця 6.6 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	0	1	0	Встановлювальна база
α	1	0	1	
L	1	0	1	Подвійна опорна база
α	0	0	0	
L	0	0	0	Опорна база
α	0	1	0	

Проаналізувавши матриці можна стверджувати про те, що заготовка буде позбавлена п'яти ступенів вільності, $\Sigma=4+1=5$ ступенів.

Визначимо похибку базування за першим методом:

$$\epsilon_{65} = 300 \text{ мкм};$$

$$T_{30} = 520 \text{ мкм}$$

$$T_{30} \geq \epsilon_{65}.$$

Порівняємо цю похибку з допуском на розмір 30. Оскільки $T_{30} = 520$ мкм, то похибка базування $\epsilon_{65} = 300$ мкм влаштовує умову базування.

На зубофрезерній операції можлива єдина схема базування, оскільки лише вона гарантує вільний вихід фрези із заготовки під час обробки.

6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів

Проаналізуємо обладнання, що застосовується на розглянутих операціях у базовому технологічному процесі виготовлення шестерні. Застосоване у базовому техпроцесі обладнання відповідає за характеристиками вимогам середньосерійного типу виробництва [10, 11], але є морально застарілим та має низьку продуктивність, (зокрема, зуборізні верстати). Тому вважаємо за доцільне запропонувати замінити його на більш сучасне та прогресивне обладнання з ЧПК, застосування якого доцільне в умовах середньосерійного типу виробництва (таблиця 6.9).

Таблиця 6.9 – Аналіз застосування металорізальних верстатів

Найменування операції	Технологічне обладнання, що використовується в заводському технологічному процесі	Проектне технологічне обладнання
010 Токарна з ЧПК	Токарний верстат з ЧПК 16K20T1	Токарний верстат з ЧПК моделі GCL-2B
020 Зубофрезерна	Зубофрезерний напівавтомат 5B312	Зубофрезерний з ЧПК моделі GearSpect серії SF 200 CNC

Операція 010 Токарна з ЧПК.

На даній операції відбувається чорнове точіння зовнішніх поверхонь деталей по контуру.

Проаналізувавши технічні характеристики токарних верстатів, які доцільно застосувати для обробки деталей заданих розмірів в умовах середньосерійного типу виробництва, був обраний верстат токарний верстат з ЧПК моделі GCL-2B. Верстат моделі GCL-2B призначений для токарної обробки деталей в патроні деталей складної конфігурації: обточування циліндричних, конічних і сферичних поверхонь в умовах серійного виробництва та має такі особливості:

- напівавтоматичне переміщення при виконанні індивідуальних циклів;
- переміщення по осі X і Z за допомогою електронних регуляторів;
- адаптований для користувача інтерфейс циклів для легкопрограмування;

					<i>TM 20090019-00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

- серійний патрон 200 мм з регульованою силою затискання
- шестиінструментальна револьверна інструментальна головка, яка підвищує ступінь автоматизації і ефективність та економію часу при обробці складних елементів

Ескіз токарного верстата з ЧПУ GCL-2B наведений на рисунку 6.8



Рисунок 6.8 – Ескіз токарного верстата з ЧПУ GCL-2B

Технічні характеристики верстата GCL-2B наведені в таблиці 6.9

Таблиця 6.9 – Технічна характеристика токарного верстата з ЧПУ GCL-2B

Технічна характеристика	Параметр
Найбільший діаметр виробу, який оброблюється над станиною, мм	320
Найбільший діаметр виробу, який оброблюється над супортом, мм	200
Найбільша довжина виробу, мм	900
Найбільша довжина обробки, мм	900
Найбільший діаметр прутка, який оброблюється, мм	55
Потужність двигуна головного руху, кВт	12
Границі чисел обертів шпинделя, об/хв.	20...2500
Найбільше переміщення супорта повздовжнє/поперечне, мм	905/210
Габарити верстата, мм	3700×3000×2100
Маса верстата, кг	4150

					<i>ТМ 20090019-00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Поворот шпиндельної головки здійснюється за допомогою ЧПУ, головка оснащена гідравлічним затискачем у п'ятиточковій затискній системі.

Гідравлічний затискний циліндр дозволяє використовувати пристосування для автоматичного затискання заготовок.

Технічні характеристики верстата наведені у таблиці 6.10

Таблиця 6.10 – Технічна характеристика верстата SF 200CNC

Технічна характеристика	Параметр
Найбільший діаметр обробки зовнішнього зачеплення, мм	200
Максимальний модуль, мм	5
Найбільша ширина зубчастого вінця, мм	140
Максимальний еліптичний кут град ±	45 (90)*
Максимальна довжина між центрами – стандартне виконання, мм	200
Максимальний діаметр хоба, мм	50
Максимальна довжина хоба, мм	60
Відстань від осі хоба до осі столу, мм	0 - 110
Швидкість обертання шпинделя хоба (вісь В), хв-	1 20 - 2000
Швидкість обертання столу, мін-	1600
Швидкість осьової подачі (вісь Z), мм/хв	7,5
Швидкість радіальної подачі (вісь X), мм/хв	7,5
Потужність верстата, кВт	9,0
Маса верстата, кг	3000
Габарити верстата, мм	2260*1650*2100

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

Вибір верстатних пристроїв виконують враховуючи тип виробництва, тривалість випуску та коефіцієнт завантаження верстатів. При виборі різальних інструментів увагу звертають на матеріал заготовки, геометрію різальної частини інструментів, габарити заготовки.

Операція 010 Токарна з ЧПК.

Для закріплення заготовки на операції 010 Токарна з ЧПК використовується трьохкулачковий патрон ГОСТ 2675-80.

Вибираємо різальний інструмент.

На операції 010 обробка виконується різцем токарним прохідним 2102-0311 Т5К10 ГОСТ 20872-80 та різцем канавковим 2130-009 Т15К6 ГОСТ 18884-73.

На операції 010 для вимірювання оброблених поверхонь застосовується штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89.

Операція 20 Зубофрезерна.

Для закріплення заготовки на операції 020 Зубофрезерна використовується пристрій з пневмоприводом спеціальний.

У якості різального інструменту призначаємо фрезу черв'ячну $\varnothing 100$, Р6М5 ГОСТ 9324-80.

У якості вимірювального інструменту приймаємо:

- Штангензубомір моделі М5-35 ГОСТ 1643-81;
- Мікрометр зубомірний моделі М-ОЗ ГОСТ 6507-90;
- Накладний крокомір моделі БВ-5015 ГОСТ 8.459-82.

					<i>ТМ 20090019-00 ПЗ</i>	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.5 Розрахунки режимів різання

Операція 010 Токарна з ЧПК.

Операція складається з таких технічних переходів як: чорнове точіння торців $\varnothing 135\text{мм}$ і $\varnothing 171\text{мм}$, поверхонь $\varnothing 135\text{мм}$ і $\varnothing 171\text{мм}$; чистове точіння торця $\varnothing 135\text{мм}$ і поверхні $\varnothing 135\text{мм}$; точіння канавки.

На операцію 010 розрахунково-аналітичним методом розраховуємо режими різання при чорновому точінні поверхні $\varnothing 171\text{мм}$. Результати розрахунків заносимо до таблиці 6.11.

Вибираємо різець і встановлюємо його геометричні елементи. Різець - токарний прохідний. Матеріал робочої частини – твердий сплав Т5К10. Поперечний переріз різця $25 \times 20\text{мм}$.

Геометричні елементи різця:

- головний передній кут $\gamma = 12^\circ$;
- головний задній кут $\alpha = 6^\circ$;
- кут нахилу головної різальної кромки $\lambda = 0$;
- головний кут в плані $\varphi = 90^\circ$;
- допоміжний кут в плані $\varphi_1 = 20^\circ$.

Призначаємо режими різання

1) Визначаємо глибину різання t за формулою:

Обробку проводимо за один прохід і тому глибина різання дорівнює припуску на обробку.

$$t = \frac{D - d}{2}, \text{ мм} \quad (6.4)$$

де D – діаметр заготовки, мм;

d – діаметр деталі, мм.

$$t = \frac{175,5 - 171}{2} = 2,25 \text{ мм}$$

					<i>ТМ 20090019-00 ПЗ</i>	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2) Призначаємо подачу S ([13] табл. 11, с. 266)

При чорновому точінні деталі діаметром 171 мм із сталі 20ХН3А при глибині різання $t=2,25$ мм

$$S = 0,8-1,3 \text{ мм/об.}$$

Корегуємо за паспортними даними верстата GCL-2В

$$S = 1,0 \text{ мм/об.}$$

3) Визначаємо швидкість різання, припустиму різальними властивостями інструменту за формулою:

$$V_i = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y} \cdot K_v, \text{ м/хв} \quad (6.5)$$

де T – середнє значення стійкості інструмента, хв.;

$T = 30 \dots 60$ хв; приймаємо $T = 30$ хв;

C_v , m , x , y – коефіцієнт і показники степенів ([4] табл. 17, с. 269);

$C_v = 340$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$;

K_v - поправочний коефіцієнт:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv} \quad (6.6)$$

де K_{mv} - коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу заготовки ([13] табл.1,с. 261):

$$K_{mv} = K_n \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{nv} \quad (6.7)$$

де K_n – коефіцієнт, що характеризує групу сталі за оброблюваністю ([13] табл. 2, с. 262);

nv – показник степеню ([13] табл. 2, с. 262);

$$K_{mv} = 0,8 \cdot \left(\frac{750}{610} \right)^1 = 0,98$$

K_{nv} – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки ([13] табл. 5, с. 263);

									Арк.
									38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ТМ 20090019-00 ПЗ

K_{iv} – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу інструмента ([13] табл. 6, с. 263); при обробці різцями Т5К10 $K_{iv} = 0,65$;

$$K_V = 0,98 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,784$$

$$V_i = \frac{340}{30^{0,20} \cdot 2,25^{0,15} \cdot 1^{0,45}} \cdot 0,784 = 120,6 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя: за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V_i}{\pi D}, \text{ об/хв} \quad (6.8)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 120}{3,14 \cdot 171} = 223,49 \text{ об/хв}$$

Корегуємо за паспортними даними верстата: $n_d = 200$ об/хв.

Знаходимо дійсну швидкість різання за формулою:

$$V_d = \frac{\pi \cdot D_\phi \cdot n_d}{1000} \text{ м/хв.} \quad (6.9)$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 171 \cdot 200}{1000} = 107,38 \text{ м/хв}$$

4) Визначаємо головну складову сили різання P_z за формулою:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \text{ Н} \quad (6.10)$$

де C_p, x, y, n – постійна і показники степенів ([13] табл. 22, с. 273);

$C_p = 300$; $x = 1,0$; $y = 0,75$; $n = -0,15$

K_p – поправочний коефіцієнт на силу різання:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{gp} \quad (6.11)$$

де K_{mp} – коефіцієнт, що враховує вплив якості оброблюваного матеріалу ([13] табл. 9, с. 264);

					<i>ТМ 20090019-00 ПЗ</i>	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{\sigma_{\text{в}}}{750} \right)^n \quad (6.12)$$

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{610}{750} \right)^{0,75} = 0,86$$

$K_{\text{фр}}$, $K_{\text{γр}}$, $K_{\text{λр}}$, $K_{\text{гр}}$ – коефіцієнти, що враховують вплив геометрії різця ([13] табл. 23, с. 275);

для заданих умов обробки $K_{\text{фр}} = 1,0$; $K_{\text{γр}} = 1,0$; $K_{\text{λр}} = 1,0$; $K_{\text{гр}} = 0,93$;

$$K_p = 0,86 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,8$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,25^1 \cdot 1^{0,75} \cdot 107,38^{-0,15} \cdot 0,8 = 2678 \text{ Н}$$

5) Визначаємо потужність різання N за формулою:

$$N = \frac{P_z \cdot V_d}{60 \cdot 1020}, \text{ кВт} \quad (6.13)$$

$$N = \frac{2678 \cdot 107,38}{60 \cdot 1020} = 4,7 \text{ кВт}$$

Перевіряємо умову різання:

$$N \leq N_{\text{шп}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta, \quad (2.37)$$

де $N_{\text{шп}}$ - потужність на шпинделі верстата, кВт

У верстата 16К20Т1 $N_{\text{дв}}$ – потужність двигуна верстата; $N_{\text{дв}} = 11$ кВт;

η – коефіцієнт корисної дії верстата; $\eta = 0,8$;

$$N = 4,7 < N_{\text{шп}} = 11 \cdot 0,8 = 8,8$$

Умова різання виконується, значить обробка можлива

6) Визначаємо основний час T_0 за формулою:

$$T_0 = \frac{L}{S_{\text{хв}}}, \text{ хв} \quad (6.14)$$

					<i>ТМ 20090019-00 ПЗ</i>	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де L – довжина ходу різця, мм;

$$L = l + y + \Delta, \text{ мм} \quad (6.15)$$

де l – довжина оброблюваної поверхні, мм;

y – величина врізання; $y = t \cdot \text{ctg } \varphi = 0,7 \cdot \text{ctg } 90 = 0$

Δ – величина перебігу; $\Delta = 2$ мм.

$$L = 300 + 0 + 2 = 302 \text{ мм}$$

$$T_0 = \frac{302}{200 \cdot 1,0} = 1,51 \text{ хв}$$

Таблиця 6.11 – Зведена таблиця режимів різання

Номер	Найменування операції, переходу	Глибина різання t , мм	Довжина різання, $L_{\text{різ}}$, мм	Подача S_0 , мм/об	Швидкість V , м/хв	Частота обертання n , хв. ⁻¹	Основний час t_0 , хв
010	Токарна з ЧПК						
	1. Точіння чорнове						
	Ø135	1,25	17,5	0,4	134	315	0,19
	Ø135	1,4	20	0,4	134	315	0,14
	Ø171	1,75	17,5	0,4	134	250	0,14
	Ø171	2,25	30	0,1	107	200	1,51
	2. Точіння чистове						
	Ø135	0,5	17,5	0,15	186	400	0,4
	Ø135	0,6	20	0,15	186	400	0,38
	3. Точіння канавки	5	6,5	0,4	107	250	0,18

Операція 020 Зубофрезерна

Режим різання призначаємо за нормативами [15].

Обираємо різальний інструмент.

Приймаємо черв'ячну модульну фрезу 2510-4192 А ГОСТ 9324-80.

Для підвищення продуктивності чорнового нарізання зубів приймаємо двохзаходну черв'ячну фрезу. Основні параметри чорнової двохзаходної черв'ячної фрези з модулем $m = 5$ мм:

- діаметр фрези $D_f = 100$ мм;
- кількість зубів $Z = 32$.

Призначаємо режим різання.

Нарізаємо зубчасту поверхню за один робочий хід.

В цьому випадку $t = h = 2,2 \cdot 5 = 11$ мм

Призначаємо подачу на один оберт зубчастого колеса.

Верстат 5В312 відноситься до III групи верстатів, тому що потужність його електродвигуна $N_{дв} = 7,5$ кВт (карта 1, с. 25)

Для двохзаходної фрези, сталі 20ХН3А, модуля m до 5 мм і III групи верстатів:

$$S_{0 \text{ табл}} = 2,5 \text{ мм/об (карта 3, с. 27)}$$

Враховуємо поправні коефіцієнти на подачу:

$$K_{ms} = 0,9 \text{ (твердість сталі 20ХН3А)}$$

$$K_{\beta m} = 1,0 \text{ (кут нахилу } \beta = 0)$$

Обчислюємо подачу верстата за формулою:

$$S_0 = S_{0 \text{ табл}} \cdot S_{ms} \cdot S_{\beta s} \quad (6.16)$$

$$S_0 = 2,5 \cdot 0,9 \cdot 1 = 2,25 \text{ мм/об}$$

Визначаємо швидкість головного руху різання, припустимо різальним властивостями фрези.

					<i>ТМ 20090019-00 ПЗ</i>	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для чорнкової обробки двохзаходною фрезою при $S_0 = 2,25 \text{ мм/об}$ і модулем $m = 5 \text{ мм}$

$$V_{\text{табл}} = 27 \text{ м/хв (карта 11, с. 36)}$$

Визначаємо поправні коефіцієнти на швидкість різання:

Коефіцієнт, що враховує фізико-механічні властивості матеріалу заготовки:

$$K_{mv} = 0,9 \text{ (карта 5, с. 30)}$$

Коефіцієнт, що враховує кут нахилу зуба:

$$K_{\beta v} = 1,0 \text{ (карта 5, с. 30)}$$

Швидкість головного руху різання, припустиму різальним властивостями фрези визначаємо за формулою:

$$V_i = V_{\text{табл}} \cdot V_{mv} \cdot V_{\beta v}, \text{ м/хв.} \quad (6.17)$$

$$V_i = 27 \cdot 0,9 \cdot 1 = 24,3 \text{ м/хв}$$

Частота обертання фрези, відповідна знайдений швидкості головного руху різання визначається за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{\phi}}, \text{ об/хв,} \quad (6.18)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 24,3}{3,14 \cdot 100} = 78 \text{ об/хв}$$

Коректуємо частоту обертання за паспортними даними верстата і встановлюємо дійсну частоту обертання $n_d = 100 \text{ об/хв}$.

Дійсна швидкість головного руху різання визначається за формулою:

$$V_d = \frac{\pi \cdot D_{\phi} \cdot n_d}{1000}, \text{ м/хв,} \quad (6.19)$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 100}{1000} = 31,4 \text{ м/хв}$$

					<i>ТМ 20090019-00 ПЗ</i>	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо потужність, витрачену на різання.

Для попереднього нарізання двохзаходною фрезою при $S_0 = 2,25$ мм/об і модулем $m = 5$ мм:

$$N_{\text{різ}} = 2,2 \text{ кВт}$$

Перевіряємо, чи достатня потужність верстата. У верстата 5В312 потужність шпинделя визначаємо за формулою:

$$N = N_{\text{дв}} \cdot \eta, \text{кВт} \quad (6.20)$$

де $N_{\text{дв}}$ – потужність електродвигуна верстат, кВт;
 η - коефіцієнт корисної дії.

$$N_{\text{шт}} = 7,5 \cdot 0,65 = 4,9 \text{ кВт},$$

$$N_{\text{різ}} = 2,2 \text{ кВт} < N_{\text{шт}} = 2,7 \text{ кВт}$$

отже обробка можлива.

Визначаємо основний час за формулою:

$$T_0 = \frac{L \cdot Z}{n_d \cdot S_0 \cdot K}, \text{хв} \quad (6.21)$$

де L – довжина робочого ходу фрези;

$$L = b + l_1, \text{мм} \quad (6.22)$$

де b – ширина зубчастого вінця, мм;

l_1 – величина врізання і перебігу фрези, мм; (додаток 4, с. 168)

$$L = 30 + 50 = 80 \text{ мм}$$

z – число зубів колеса зубчастого, $z = 32$;

$$T_0 = \frac{80 \cdot 32}{100 \cdot 2,25 \cdot 1} = 11,37 \text{ хв}$$

					<i>ТМ 20090019-00 ПЗ</i>	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.6 Технічне нормування операцій

Операція 010 Токарна з ЧПК

Визначаємо допоміжний час за формулою:

$$T_{шт} = T_o + T_d + T_{обс} + T_{п}, \text{ хв} \quad (6.23)$$

де T_o – основний час на операцію, хв.;

T_d – допоміжний час, хв.;

$T_{обс}$ – час на обслуговування робочого місця, хв. (табл.. 5.5 [10]);

$T_{п}$ – час на особисті потреби, хв. (табл.. 5.5 [10]);

$$T_d = (t_1 + \sum t_2 + \sum t_3 + \sum t_4) \cdot K_{td}, \text{ хв} \quad (6.24)$$

де t_1 – час на встановлення та зняття заготовки, хв. (табл.. 5.2 [10]);

t_2 – час пов'язаний з переходом, хв. (табл.. 5.3 [10]);

t_3 – час на зміну режимів роботи верстата і інструменту хв. (табл.. 5.3 [10]);

t_4 – час на контрольні вимірювання, хв. (табл.. 5.7, 5.8 [10]);

K_{td} – поправочний коефіцієнт на допоміжний час в залежності від розміру партії (табл.. 5.9 [10]).

$$T_d = (0,47 + 0,68 + 0,7 + 1,92) \cdot 0,76 = 2,87 \text{ хв}$$

$$T_{шт} = 2,94 + 2,87 + 0,06 + 0,06 = 5,93 \text{ хв}$$

Визначаємо підготовчо-заклучний час за формулою:

$$T_{п-з} = T_{п-з_1} + T_{п-з_2} + T_{п-з_3}, \text{ хв} \quad (6.25)$$

$T_{п-з_1}$ – час на прийоми які увійшли в комплекс, хв. (табл.. 5.6 [10]);

$T_{п-з_2}$ – час на додаткові роботи, хв. (табл.. 5.6 [10]);

$T_{п-з_3}$ – час на пробну обробку деталі, хв. (табл.. 5.6 [10]).

$$T_{п-з} = 14 + 3 + 7 = 24 \text{ хв}$$

					<i>ТМ 20090019-00 ПЗ</i>	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n}, \text{ хв} \quad (6.26)$$

n – кількість деталей в партії, шт..

$$T_{шт-к} = 5,93 + \frac{24}{5200} = 5,97 \text{ хв}$$

Результати обчислень заносимо до таблиці 6.12

Таблиця 6.12 – Нормування операції 010

Найменування операції, переходу	$T_{о,}$ хв	$T_{д,}$ хв.	$T_{оп,}$ хв.	$T_{техн.обсл,}$ хв.	$T_{орг.обсл,}$ хв.	$T_{відп,}$ хв.	$T_{шт,}$ хв.	$T_{п.з,}$ хв.	$T_{шт-к}$ хв.
Встановити, закріпити та зняти деталь	-	0,47	-				-	-	-
1. Точіння чорнове Ø135 Ø135 Ø171 Ø171	0,19 0,14 0,14 1,51	1,71	-	3,5 % від $T_{оп}$	4,3% від $T_{оп}$	2,2% від $T_{оп}$	-	-	-
2. Точіння чистове Ø135 Ø135	0,4 0,38	1,31	-				-	-	-
3. Точіння канавки	0,18	0,28		3,5 % від $T_{оп}$	4,3% від $T_{оп}$	2,2% від $T_{оп}$	-	-	-
Разом	2,94	2,87	5,81	0,21	0,25	0,13	5,93	24	5,97

Операція 020 Зубофрезерна

Нормування операції призначаємо за нормативами [16].

Технічне нормування операції проводимо розрахунково-аналітичним методом в наступній послідовності.

Визначаємо штучний час на операцію за формулою:

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_d + T_{\text{обс}} + T_{\text{п}}, \text{ хв} \quad (6.28)$$

де T_o – основний час на операцію, хв.;

T_d – допоміжний час, хв.;

$T_{\text{обс}}$ – час на обслуговування робочого місця, хв. (карта 32, с. 110);

$T_{\text{п}}$ – час на особисті потреби, хв. (карта 88, с. 203);

$$T_d = (t_1 + t_2 + t_3 + t_4) \cdot K_{t_d}, \text{ хв} \quad (6.29)$$

де t_1 – час на встановлення та зняття заготовки, хв. (карта 6, с. 38);

t_2 – час пов'язаний з переходом, хв. (карта 63, с. 152);

t_3 – час на зміну режимів роботи верстата, хв. (карта 20, с. 227);

t_4 – час на контрольні вимірювання, хв. (карта 86, с. 196);

K_{t_d} – поправочний коефіцієнт на допоміжний час в залежності від розміру партії (карта 1, с. 222).

$$T_d = (0,50 + 0,49 + 0,16 + 0,5) \cdot 1 = 1,65 \text{ хв},$$

$$T_{\text{шт}} = 11,37 + 1,65 + 0,45 + 0,45 = 13,92 \text{ хв}$$

Визначаємо підготовчо-заклучний час за формулою:

$$T_{\text{п-з}} = T_{\text{п-з}_1} + T_{\text{п-з}_2} + T_{\text{п-з}_3}, \text{ хв} \quad (6.30)$$

$T_{\text{п-з}_1}$ – час на прийоми які увійшли в комплекс, хв. (карта 67, с. 233);

$T_{\text{п-з}_2}$ – час на додаткові роботи, хв. (карта 67, с. 233);

$T_{\text{п-з}_3}$ – час на пробну обробку деталі, хв. (карта 67, с. 233).

					<i>TM 20090019-00 ПЗ</i>	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{п-з} = 23 + 3 + 2,5 = 28,5 \text{ хв}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою:

$$T_{ш-к} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n}, \text{ хв} \quad (6.31)$$

n – кількість деталей в партії, шт..

$$T_{ш-к} = 13,92 + \frac{28,5}{1} = 42,42 \text{ хв}$$

					<i>ТМ 20090019-00 ПЗ</i>	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ УСТАНОВЛЕННЯ І ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ

Застосування спеціального пристосування з механізованим приводом дозволить знизити розряд верстатника на даній операції, знизити трудомісткість обробки, підвищити стабільність параметрів точності операції за рахунок сталості сили закріплення, скоротити час на виконання операції за рахунок скорочення допоміжного часу на операції. Орієнтовно в заданих умовах найбільш раціональної виступатиме система нерозбірних спеціальних пристосувань (НСП).

Пристосування проектується для зубофрезерної операції - нарізування зубів черв'ячною модульної фрезою на зубофрезерному напівавтоматі за методом обкату. Одночасно обробляється одна заготовка.

Базування заготовки в пристосуванні здійснюється по установчій і направляючій базі. Шоста точка циклу повного базування реалізується після закріплення заготовки.

Базування пристосування на планшайбі зубофрезерного напівавтомата виконується за допомогою двох перпендикулярно розміщених шпонок, закріплених на корпусі пристосування гвинтами.

На литому корпусі 1 встановлена оправка 2 (рис. 7.1). Базування оправки на пристосуванні реалізується за рахунок центруючої посадки H7 / h8 по діаметру 95, кріплення оправлення 2 до корпусу 1 здійснюється гвинтами.

Усередині корпусу встановлено гідроциліндр 3. Він кріпиться до днища корпусу через кришку 4 болтами. Шток гідроциліндра 5 з'єднаний з тягою 6, на якій розташований притискний диск 7. Диск закріплений швидкозйомною шайбою 8 і двома гайками 9.

Заготовка встановлюється на оправку 2. Зверху на тягу одягається притискний диск, який має поздовжній паз для зменшення допоміжного часу на встановлення та зняття заготовки. Диск притискається до заготовки затягуванням двох гайок за допомогою ключа.

					<i>ТМ 20090019-00 ПЗ</i>	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначення умов, в яких буде виготовлятися і експлуатуватися проектоване пристосування.

За базу може виступати торець. Довжина поверхні 55. Дана поверхня є встановлювальною базою і може позбавляти деталь 3 ступенів вільності.

Допуск циліндричної і круглості на розмір $171h14 \left(\frac{0}{-520}\right)$ на кресленні не заданий, отже він включений в загальний допуск на розмір і становить 30%:

$$T = 0,3 \cdot 520 = 156 \text{ мкм}$$

Найближче стандартне значення допуску по ГОСТ 24643-81 становить $T = 160$ мкм, що відповідає 10 ступеню точності.

Річна програма випуску визначена в 5200 шт. деталей. Така програма з урахуванням трудомісткості передбачає середньосерійний тип виробництва.

При виборі обладнання звертаємо увагу на тип виробництва. В умовах середньосерійного виробництва як правило використовуються спеціальні верстати з числовим програмним управлінням або напівавтомати.

Розрахунок приводу пристосування проводиться згідно розрахунків сил різання які приведені вище.

Виконаємо розрахунок похибки установки за формулою:

$$\Delta \varepsilon_y = \sqrt{(\Delta \varepsilon_3)^2 + (\Delta \varepsilon_6)^2}, \text{ мм} \quad (7.1)$$

де $\Delta \varepsilon_6$ – похибка базування, мм;

$\Delta \varepsilon_3$ – похибка закріплення, мм.

Розраховуємо похибку $\Delta \varepsilon_6$ базування за формулою:

$$\Delta \varepsilon_6 = \delta_1 + \delta_2, \text{ мм} \quad (7.2)$$

де δ_1 - допуск на діаметр отвору, мм;

δ_2 - допуск на діаметр оправки, мм;

$$\varepsilon = 0,035 + 0,035 = 0,07 \text{ мм}$$

					<i>ТМ 20090019-00 ПЗ</i>	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta \varepsilon_y = \sqrt{0,07^2 + 0,26^2} = 0,26 \text{ мм}$$

Окружна сила P_z розраховується за формулою:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q \cdot n^w} K_{MP}, \text{ Н} \quad (7.3)$$

де C_p, x, y, u, q, w - поправочні коефіцієнти;

t - глибина різання, мм;

S_z - подача на зуб фрези, мм / зуб;

B - товщина шару, що зрізається (максимальна ширина западини зуба), мм;

z - число зубів черв'ячної фрези;

D - діаметр фрези, мм;

n - частота обертання фрези

K_{MP} - поправочний коефіцієнт, що враховує залежність сил різання від матеріалу заготовки.

$$K_{MP} = \left(\frac{\delta}{750} \right)^n \quad (7.4)$$

$$K_{MP} = \left(\frac{950}{750} \right)^{0,3} = 1,07$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 11^{0,86} \cdot 0,08^{0,72} \cdot 30^1 \cdot 10}{100^{0,86} \cdot 100^0} \cdot 1,07 = 4902 \text{ Н}$$

Визначаємо поправочний коефіцієнт за формулою:

$$K_0 = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (7.5)$$

де K_0 - коефіцієнт гарантованого запасу надійності;

K_1 - коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання через нерівності поверхні;

					<i>ТМ 20090019-00 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

K_2 - коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання через затуплення інструменту;

K_3 - коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання при переривчастому різанні;

K_4 - коефіцієнт, що враховує мінливість зусилля закріплення;

K_5 - коефіцієнт, що враховує зручність розташування рукояток пристосування з ручним закріпленням;

K_6 - коефіцієнт, що враховує невизначеність положення точки контакту заготовки з установочними елементом.

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

Визначаємо крутний момент на шпинделі за формулою:

$$M = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 1000}, \text{ Нм} \quad (7.6)$$

де D – діаметр фрези, мм.

$$M = \frac{4902 \cdot 100}{2 \cdot 1000} = 245,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Визначаємо необхідне зусилля затиску за формулою:

$$W = 2 \cdot P_z \cdot K \cdot \frac{D}{(D_1 + d)} \cdot f, \text{ Н} \quad (7.7)$$

де D – діаметр деталі, мм;

D_1 – діаметр шайби, мм;

d – діаметр оправки, мм;

f – коефіцієнт тертя між шайбою і заготовкою (0,1-0,15).

$$W = 2 \cdot 4902 \cdot 2,5 \cdot \frac{171}{(110 + 98)} \cdot 0,15 = 3015 \text{ Н}$$

Обчислюємо розмір гідроциліндра в якості приводу за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{\pi \cdot \rho \cdot \eta}}, \text{ мм} \quad (7.8)$$

					ТМ 20090019-00 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 3015}{3,14 \cdot 6,3 \cdot 0,9}} = 27,03 \text{ мм}$$

Приймаємо найближче стандартне значення по ГОСТ 6540-68 - 32 мм.

					<i>ТМ 20090019-00 ПЗ</i>	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної роботи мною було проведено якісний аналіз службового призначення оброблюваної деталі «Шестерня 78-60567Б», опис її конструктивних особливостей, та умов її експлуатації.

Було виконано аналіз технічних вимог на виготовлення деталі, з зазначенням хімічного складу та характеристики матеріалу сталі 20ХНЗА ГОСТ 4543-71 з якої виготовляється дана деталь, проведено опис поверхонь на основі службового призначення та складального креслення;

Також була визначена тип та форма організації виробництва, під час якого за коефіцієнтом закріплення операцій було обрано тип виробництва - середньосерійний, форма організації виробництва - групова; виконаний аналіз технологічності конструкції деталі, що дало можливість зазначити в цілому про технологічність деталі, хоча присутні окремі не технологічні конструктивні елементи, які пов'язані з функціональним призначенням та умовами її експлуатації.

Проведений вибір способу отримання заготовки з розробкою технічних вимог до неї. Розглянуто методи кування на молотах та штамповану заготовку, при порівнянні яких за собівартістю виготовлення було прийнято більш вигідніший метод, а саме штампування, так як його вартість склала 38,31 грн. у порівнянні з куванням – 53,5 грн..

Виконаний аналіз технологічного процесу виготовлення деталі; розраховані припуски на механічну обробку; розроблена схема розміщення припусків на обробку діаметрального розміру 92Н7. Також були порівняні схеми базування для операцій, та вибрані найбільш доцільні; обґрунтовані металорізальні верстати, пристрої, металорізальні та вимірювальні інструменти; виконані розрахунки режимів різання; проведено технічне нормування операцій.

Спроектовано верстатний пристрій для встановлення та закріплення заготовки.

					<i>ТМ 20090019-00 ПЗ</i>	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Сорочкина Б.М .Точность и производственный контроль в машиностроении: Справочник. Л.: Машиностроение, 1983.- 368 с.

13. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 /Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.- 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. 496 с.

14.Справочник технолога-машиностроителя. Под ред. Панов. – М.: Машиностроение, 1980.-527 с.

15. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть 2. Зуборезные, горизонтально-расточные, резьбонакатные и отрезные станки. Изд. 2-е. – М.: «Машиностроение», 1974. – 200 с.

16. Силантьева Н.А., Малиновский В.Р. Техническое нормирование труда в машиностроении: Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: «Машиностроение», 1990. – 256 с.: ил.

17. .Худобин Л.В. и др. Курсовое проектирование по ТМС. –М.: Машиностроение, 1989. -288с.

18. Косилова А. Г., Мещеряков Р. К., Калинин М.А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Справочник технолога. М., "Машиностроение", 1976.

19. Режимы резания металлов: справ. / Под ред. Ю.Б. Барановского. – М.: Машиностроение, 1972. – 311с.

20. Антонюк, В.Е. Конструктору станочных приспособлений / В.Е. Антонюк. – Мн.: Беларусь, 1991. – 400с.: ил.

21. Горошкин, А.К. Приспособления для металлорежущих станков / А.К. Горошкин. – Мн.: Машиностроение, 1979. – 303с.: ил.

22. Основи охорони праці: Навч. посіб./ В.В. Березуцький, Т.С. Бондаренко, Г.Г. Валенко та ін.; за заг. ред.. В.В. Березуцького. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Х.:Факт, 2007. – 480 с.

					<i>ТМ 20090019-00 ПЗ</i>	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

ДОДАТОК Б
РОЗРАХУНОК ПРИПУСКІВ НА ОБРОБЛЕННЯ ПОВЕРХНІ
ОБЕРТАННЯ

Расчетные значения			Принятые значения, мм							
припуск, мкм		расчетный размер, мм	расчетный размер	номинальный размер с предельными отклонениями	предельный размер		припуск, мкм			
миним	расч.				минимальный	максимальный	миним	расч.	макс	
-	-	83.91	83.8	84.6	+1.400	83.8	86	-	-	-
4070	6270	90.19	90.18	90.18	-0.800	90.18	90.4	4180	6380	6600
1212	1432	91.623	91.622	91.622	+0.087	91.622	91.709	1222	1442	1529
290	377	92	92	92	+0.035	92	92.035	291	378	413

<Enter> – продолжение работы <Esc> – возврат

ДОДАТОК В
ПРИСТРІЙ ТМ 20090019-07-00-00СК. СПЕЦИФІКАЦІЯ

ДОДАТОК Г

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Характеристика, дія на організм людини, нормування та захист від електромагнітних полів

Змінне електромагнітне поле є сукупністю двох взаємозалежних змінних полів - електричного і магнітного, які характеризуються векторами напруженості електричного поля \vec{E} (В/м) і напруженості магнітного поля H (А/м) або магнітної індукції B (Тл).

Напруженості електричних і магнітних полів оцінюються за формулами:

$$E = \frac{U}{J} \quad (\text{Г.1})$$

$$H = \frac{I}{2\pi r} \quad (\text{Г.2})$$

де U - напруга, В;

l - відстань, м;

J - струм, А;

r - радіус кола силової лінії навколо провідника, по якому тече струм, м.

Магнітна індукція пов'язана з напруженістю магнітного поля співвідношенням:

$$B = \mu\mu_0 H \quad (\text{Г.3})$$

де μ - магнітна проникність речовини;

μ_0 - магнітна проникність вакууму, або магнітна стала, Гн/м.

Фази коливання E та H відбуваються у взаємно перпендикулярних площинах. При поширенні у вакуумі чи в повітрі

$$E = 377$$

Електромагнітне поле несе енергію, яка визначається густиною потоку енергії ГПЕ (Вт/м²) чи інтенсивністю I (Вт/м²):

$$\overline{\Gamma_{\text{ПЕ}}} = \bar{I} = \bar{E} \cdot \bar{H} \quad (\text{Г.4})$$

У випадку поширення ЕМП у вакуумі чи в повітрі з урахуванням виразу:

$$\Gamma_{\text{ПЕ}} = \frac{E^2}{377} \quad (\text{Г.5})$$

Інтенсивність ЕМП показує, яка кількість енергії протікає протягом однієї хвилини крізь переріз в 1 м^2 , який розташований перпендикулярно руху хвилі.

При випромінюванні сферичних хвиль $\Gamma_{\text{ПЕ}}$ може бути виражена через потужність $P(\text{Вт})$, яка підводиться до випромінювача:

$$I = \frac{P}{4\pi R^2} \quad (\text{Г.6})$$

де R - відстань від джерела випромінювання, м.

Сумарний потік енергії, що проходить через одиницю поверхні, яка опромінюється, за час дії T (год.), - це енергетичне навантаження $EH(\text{Вт}\cdot\text{год.}/\text{м}^2)$:

$$EH = \Gamma_{\text{ПЕ}} \cdot T \quad (\text{Г.7})$$

Залежно від частоти ν (Гц) чи довжини хвилі X (м) увесь радіочастотний діапазон розбито на піддіапазони.

Простір навколо джерела ЕМП умовно поділяють на три зони: ближню (зона індукції), проміжну (зона інтерференції) і дальню (зона випромінювання, або хвильова зона).

Максимальна довжина ближньої зони $R_{\text{Б.З}}$ для ізотропного випромінювача, який не створює спрямованого випромінювання, визначається за формулою:

$$R_{\text{Б.З}} \leq \frac{\lambda}{2\pi} \quad (\text{Г.8})$$

У ближній зоні електромагнітна хвиля ще не сформувалася. Електричні і магнітні поля слід вважати незалежними одне від одного, тому цю зону можна характеризувати як електричною, так і магнітною напруженістю.

На працівника впливає або тільки електричне, або тільки магнітне поле, або обидва поля, отже, небезпека опромінення визначається напруженістю електричного поля. В установках індукційного нагрівання небезпека опромінення визначається характеристиками магнітного поля.

Дальня зона починається на відстані від джерела:

$$R_{Б.з} \geq \lambda \quad (Г.9)$$

Дальня зона характеризується електромагнітною хвилею, що вже сформувалася, коли електрична і магнітна складові БМП збігаються за фазою. На організм працівника можливий лише одночасний вплив електричного і магнітного полів, тому їх дію можна характеризувати ГПЕ. У зоні випромінювання E та H убувають обернено пропорційно відстані від джерела.

Протяжність проміжної зони, в якій накладаються електрична і магнітна складові ЕМП, визначається співвідношенням:

$$\frac{\lambda}{2\pi} < R_{Б.з} < \lambda \quad (Г.10)$$

За деякими даними може спостерігатися зростання інтенсивності в 13-42 рази і становити особливу небезпеку для людини.

На характер розподілу поля у виробничому приміщенні впливають устаткування, прилади і металеві конструкції будівлі, які створюють ЕМП вторинного випромінювання. Деформація поля відбувається також через присутність і недосконалість діелектриків.

Вплив ЕМП на організм людини

Сучасні наукові теорії не мають єдності щодо обґрунтування механізму впливу ЕМП на людину, особливо у випадку слабких електромагнітних випромінювань.

Ступінь і характер впливу ЕМП на організм людини залежать: від інтенсивності випромінювання; частоти коливань; площі поверхні тіла, що опромінюється; індивідуальних особливостей організму; режиму опромінення (безперервний чи переривчастий); тривалості впливу; комбінованої дії інших факторів виробничого середовища.

У діапазонах промислової частоти, радіочастот, інфрачервоного і частково ультрафіолетового світла (до частоти $3 \cdot 10^{16}$ у 16 ступені Гц) електромагнітні поля чинять тепловий вплив,

Тепловий вплив ЕМП пояснюється наступним чином. Під дією зовнішнього постійного електричного поля тканини живого організму поляризуються. Дипольні молекули (наприклад води) та іони, що містяться у рідкому середовищі, переміщуються й орієнтуються за напрямком силових ліній зовнішнього поля. У змінному ЕМП електричні властивості живих клітин залежать від частоти випромінювання, і в міру її збільшення вони набувають властивостей провідників. Крім струмів провідності, змінне ЕМП призводить до змінної поляризації діелектричних складових організму (сухожилля, хрящі тощо). До того ж може мати місце резонансне поглинання енергії. При цьому найбільш небезпечними для організму людини є частоти до 1000 Гц, оскільки вони збігаються з частотами енергетичних центрів.

Унаслідок поглинання людиною енергії ЕМП відбувається нагрівання тканин організму тим більше, чим вищою є напруженість поля і довшим час впливу.

Починаючи зі значення інтенсивності випромінювання $I_{\text{пор}} = 10 \text{ мВт/см}^2$ (100 Вт/м^2), яка називається тепловим порогом, організм не справляється з відведенням теплоти, і температура тіла підвищується.

При загальному опроміненні підвищення температури тіла більше ніж на 1°C неприпустиме.

Крім теплового ефекту, біологічна дія ЕМП виявляється в зміні орієнтації клітин та молекул відповідно до напрямку силових ліній поля, в

ослабленні біохімічної активності білкових молекул; зміні структури клітин крові (її складу), впливі на ендокринну систему та обмін речовин.

Вважається, що особливо чутливі до впливу ЕМП кора головного мозку і проміжний мозок. Їхнє ураження викликає порушення процесів регуляції функцій організму з боку центральної нервової системи. Поряд із біологічною дією, виникають іскрові розряди. Струм розряду може викликати больові відчуття і судоми.

Методи захисту від БМП

Якщо характеристики ЕМВ перевищують вимоги нормативних актів, застосовують різні засоби і способи захисту персоналу. Вибір того чи іншого способу захисту залежить від робочого діапазону частот, характеру виконуваних робіт та умов опромінення, від параметрів ЕМВ і необхідного ступеня захисту.

Найбільшого поширення одержали наступні методи захисту від ЕМВ:

1. Зменшення потужності випромінювання в джерелі. Зменшення параметрів випромінювання безпосередньо у самому джерелі досягається раціональним вибором генератора, застосуванням узгоджених навантажень і спеціальних пристроїв - поглиначів потужності. Останні застосовують як навантаження генераторів замість відкритих випромінювачів.

2. Захист відстанню. Якщо неможливо послабити інтенсивність опромінення цими методами, використовують захист відстанню і її збільшенням. Захист відстанню забезпечується за рахунок механізації й автоматизації виробничих процесів, застосуванням дистанційного управління і спеціальних маніпуляторів, раціональним розміщенням устаткування та робочих місць.

Для захисту від електричних полів промислової частоти, що утворюються ЛЕП, збільшують висоту підвішування фазних проводів і встановлюють санітарно-захисні зони.

3. Архітектурно-планувальні рішення. Діючі установки потужністю понад 10 кВт слід розміщати у спеціально виділених приміщеннях

регламентованої площі з капітальними стінами і перекриттями, покритими матеріалами, що поглинають ЕМП радіочастотного діапазону — цеглою, шлакобетоном; а також матеріалами, що здатні відбивати ці випромінювання, наприклад, олійними фарбами. Такі приміщення мають бути обладнані безпосереднім виходом у коридор чи назовні. Для цього підходять кутові приміщення першого й останнього поверхів будинку.

4. Екранування джерел випромінювання та робочих місць. Екранування - одне з найбільш ефективних і найчастіше застосовуваних засобів захисту від ЕМВ. Екрани поділяють на відбивальні і поглинальні.

Для оцінки функціональних якостей екрана використовують поняття ефективності E_{ϕ} (дБ) :

$$E_{\phi} = 10 \log \frac{I_0}{I} \quad (\Gamma.11)$$

Відбивальні екрани роблять у вигляді камер чи шаф, у які вміщують передавальну апаратуру, а також у вигляді кожухів, ширм захисних козирків. Для візуального спостереження за джерелами ЕМВ обладнують оглядові вікна, захищені металевою сіткою.

6. Установлення раціональних режимів роботи.

7. Застосування індивідуальних засобів захисту. До них належать переносні парасолі, халати, куртки з каптуром, комбінезони, фартухи з металізованої тканини,

8. Організаційні заходи. Необхідно регулярно проводити дозиметричний контроль (не менше одного разу на 6 місяців); медогляд (не менше одного разу на рік). Робітникам, що працюють із джерелами ЕМВ, має бути надана додаткова відпустка, скорочений робочий день та ін.

Нормування електромагнітних випромінювань

Допустимі рівні ЕМП на робочих місцях при роботі з джерелами електромагнітних випромінювань (ЕМВ) установлюються відповідно до вимог ГОСТу 12.1.006-84 ССБТ, що поширюється на діапазони частот 60 кГц - 300 ГГц.

У ближній зоні, яка має фізичне значення при частотах до 300 МГц, нормуються напруженості електричної і магнітної складових полів.

У дальній зоні в діапазоні частот 300 МГц - 300 ГГц, у якому, як правило, і перебуває персонал, що обслуговує джерела ЕМВ із довжиною хвилі менше метра, нормується густина потоку енергії та енергетичне навантаження.

У діапазоні частот 60 кГц — 300 МГц гранично допустима напруженість ЕМП на робочих місцях протягом робочого дня не може перевищувати встановлених значень.

Гранично допустимі значення ГПЕ ЕМП у діапазоні частот 300 МГц - 300 ГГц на визначають за формулою:

$$\text{ГПЕ}_{\text{гдр}} = \frac{E_{\text{Н}_{\text{гдр}}}}{T} \leq 10 \text{ Вт/м}^2 \quad (\text{Г.12})$$

Найчастіше людині доводиться працювати з джерелами ЕМП промислової частоти 50 Гц. У цьому випадку обслуговуючий персонал перебуває у ближній зоні, а основним параметром, що характеризує біологічну дію ЕМВ, є електрична напруженість. Магнітна ж складова помітного впливу на організм не чинить, бо напруженість магнітного поля в діючих установках і навколо високовольтних ліній напругою до 750 кВ включно не перевищує 25 А/м. Згідно з ДНАОПом 0.03-3.13-85 (СН 3206-85) "Гранично допустимі рівні магнітних полів частотою 50 Гц" їх шкідлива біологічна дія виявляється при напруженості 1,4 кА/м.

Помітні зміни в здоров'ї обслуговуючого персоналу виникають у випадку напруги понад 400 кВ. Допустимі рівні напруженості електричного поля частотою 50 Гц передбачені ГОСТом 12.1.002-84 ССБТ.

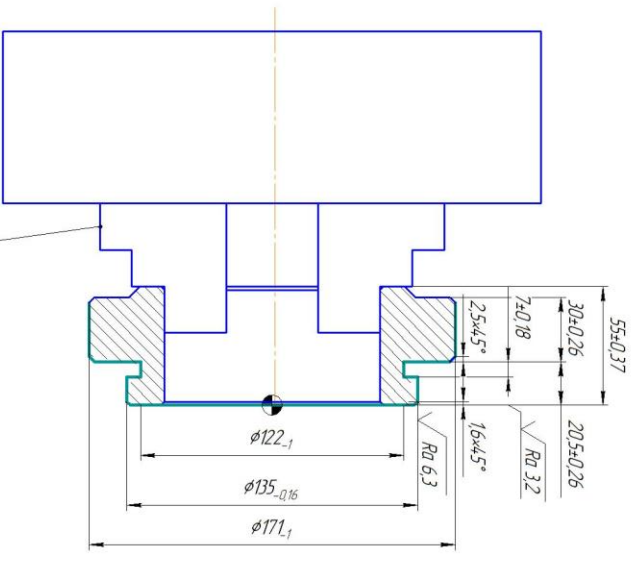
ГДР напруженості електричного поля встановлюється 25 кВ/м. Перебування в електричних полях напруженістю понад 25 кВ/м без засобів захисту забороняється. Перебування в електричних полях напруженістю до 5 кВ/м допускається протягом робочого дня.

Оцінку постійних магнітних полів здійснюють згідно з ДНАОПом 0.03-3.04-77 (СН 1742-74) ".

Для вимірювання напруженості електричного і магнітного полів у діапазоні частот 60 кГц - 300 МГц використовують прилади ВЕМП-1 і ВЕМП-Т; для вимірювання густини потоку енергії в діапазоні частот 300 МГц - 300 ГГц застосовують прилади ПЗ-9, ПЗ-13; а напруженість електричного поля промислової частоти виміряють приладами ПЗ-1 і ВНЕП-50.

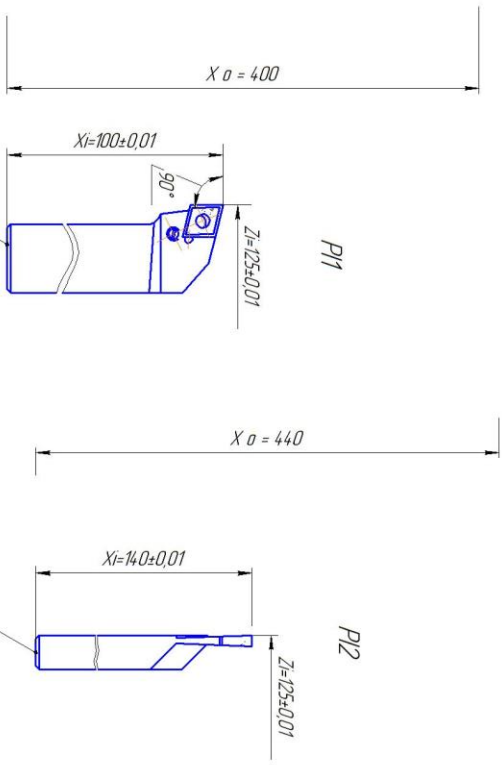
НД-10-10-90-6-006002.МД

Операція О10. Токрна з ЧПК. Верстат моделі GCL-2B N=12 кВт



Папрон трьохкільцевий
самодетальний ГОСТ 2675-80

№	i	S	n	V	L	T ₀	T ₀	T ₀	T ₀
1	125	1	0.4	315	134	17.5	0.19		
2	140	1	0.4	315	134	20	0.14		
3	175	3	0.4	250	134	17.5	0.14		
4	225	1	0.1	200	107	30	1.51	2.87	5.93
5	0.50	3	0.15	400	186	17.5	0.4		
6	0.60	1	0.15	400	186	20	0.38		
Разом									
1	5	2	0.4	250	107	6.5	0.18		
									2.94



Різець токарний прохідний
2102-0317 Т5К10 ГОСТ 20872-80

Різець кандівковий
2130-009 Т5К6 ГОСТ 18894-73

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взам. інв. №	Інв. № збл.	Підп. і дата

Спроб. №	Перв. примен.

ТМ 20090019-06-01-01 ОН		Накладження		на операцію О10	
Кваліфікація	М. підпис	Підп.	Дата	Лист	Всього
Кваліфікація	М. підпис	Підп.	Дата	11	1
GCL-2B		Суміш ТПС-8К		Формат А2	

