

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет інженерії

Кафедра Машинознавства та обладнання промислових підприємств

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до бакалаврської роботи

освітньо-кваліфікаційного рівня *Бакалавр*
спеціальності *131 прикладна механіка*
спеціалізації *технології машинобудування*

на тему **«Розробка технологічного процесу виготовлення деталі
(шестерні ШС 33.01, річна програма 6400 шт) з проектуванням прис-
тосувань по її виготовленню»**

Виконав: здобувач вищої освіти групи ТМ-15д

Шершнев А.С.

(прізвище, та ініціали)

(підпис)

Керівник Алтухов В.М.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Завідувач кафедри Архипов О.Г.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент Шевченко О.В.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка 90 с., 12 табл., 8 рис., 25 джерел.

У бакалаврській роботі розроблено технологічний процес виготовлення деталі «ШЕСТЕРНЯ ШС 33.01».

Проведено критичний аналіз норм точності деталі й аналіз на технологічність. Розглянуті два варіанти отримання заготовок й вибрано оптимальний. Розраховані режими різання й проведено нормування операцій. Спроектовано станочне пристосування. Проведено розрахунок собівартості деталі й економічного ефекту зміни технологічного процесу.

На основі отриманих результатів розроблено комплект технологічної документації.

ГРАФІЧНА ЧАСТИНА

Креслення деталі.....	A3
Креслення заготовки.....	A3
Розрахунково-технологічна карта наладки.....	A1
Розрахунково-технологічна карта наладки.....	A1
Пристосування верстатне.....	A1
Пристосування контрольне.....	A1
Усього в листах формату A1.....	4,5

Комплект технологічної документації на 22 сторінках.

ЗМІСТ

СКРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ.....	5
ВСТУП.....	5
1 ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА.....	7
1.1 Призначення і конструкція деталі	7
1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі	7
1.3 Визначення типу виробництва	10
1.4 Вибір заготовки	10
1.5 Прийнятий маршрутний техпроцес	13
1.6 Розрахунок припусків на обробку	15
1.7 Розрахунок режимів різання	21
1.9 Розрахунок режимів різання за нормативами	26
1.10 Розрахунок норм часу	31
1.11 Розрахунок точності токарної операції	37
2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА. РОЗРАХУНОК І	
ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТОСУВАННЯ.....	41
3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	45
3.1 Ціноутворення.....	45
3.2 Фінансовий план.....	46
4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	60
4.1 Загальні питання охорони праці й навколишнього середови- ща.....	60
4.2 Промислова санітарія.....	60
4.3 Виробниче освітлення.....	61
4.4 Шум і вібрації.....	64
4.5 Випромінювання від екрана ЕОМ.....	65
4.6 Електробезпеку.....	66
4.7 Пожежна безпека.....	66

4.8 Охорона навколишнього середовища.....	67
5 ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА.....	69
6 НАУКОВО ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....	74
6.1 6.1 Методи і способи автоматизації вимірювань.....	74
6.2 Узагальнення наукової частині.....	78
ВИСНОВКИ.....	79
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	80
ДОДАТОК 1.....	82
ДОДАТОК 2.....	84
ДОДАТОК 3.....	85
ДОДАТОК 4.....	86
ДОДАТОК 5.....	87
ДОДАТОК 6.....	88
ДОДАТОК 7.....	89
ДОДАТОК 8.....	90

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

НВ – твердість по Бринелю.

НРС – твердість по Роквеллу.

РТК – розрахунково-технологічна карта.

ІТР – інженерно-технічні робітники.

МОР – мастильно-охолоджуюча рідина.

ЛКМ – литі композиційні матеріали.

НС – надзвичайна ситуація.

ТБ – техніка безпеки.

ВСТУП

Одним із шляхів підвищення продуктивності праці і зниження собівартості виготовлення виробів є вдосконалення діючих технологічних процесів і їх заміна більш прогресивними.

Ця робота проводиться на основі комплексного аналізу, як конструкції виробів (деталей), так і технології їх виготовлення, починаючи з вибору більш прогресивних видів заготовки.

З огляду на те, що підприємства України на сьогоднішній день не мають достатніх коштів на придбання нового технологічного обладнання, основна увага приділяється вдосконаленню технологічних процесів на основі наявного обладнання, застосування більш досконалих пристроїв та інструментів. Серйозна увага повинна приділятися підвищенню якості виробів, що випускаються, підвищення їх надійності та довговічності.

1 ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Призначення і конструкція деталі

Деталь шестерня являє собою тіло обертання і призначена для передачі крутного моменту. Деталь має центральне гладке отвір. Цей отвір є основною конструкторською базою. Деталь має зубчастий вінець з модулем $m = 5$ і числом зубів $z = 32$ і евольвентний шліцьовий вінець з модулем $m = 5$ і числом шліців $z = 26$. Зуби піддаються цементації з подальшим гартуванням і відпусткою.

Деталь виготовляється з легованої високоякісної сталі 20ХН3А ГОСТ 4543-71. Механічні властивості і хімічний склад сталі 20ХН3А наведені в таблицях 1.1 і 1.2.

Таблиця 1.1 - Механічні властивості сталі 20ХН3А

σ_B , МПа	σ_T , МПа	,%	a_n , Дж / см ²	В
950	750	12	110	255

Таблиця 1.2 - Хімічний склад сталі 20ХН3А

В процентах

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

1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

Шестерня відноситься до деталей типу тіл обертання, має центральний отвір. Деталь є досить жорсткою у осьовому і радіальному напрямку, це означає, що при виготовленні деталі можуть бути використані норма-

тивні режими різання без їх зменшення. Деталь має хороші базові поверхні: центральний отвір, торці і зовнішню циліндричну поверхню. Ця обставина дозволяє використовувати відносно нескладні верстатні пристосування на операціях механічної обробки.

Відповідно до ГОСТ 14.201-73 розраховуємо кількісні показники технологічності.

Визначаємо середній квалітет точності виготовлення поверхонь деталі по формулі

$$IT_{cp} = \frac{\sum IT_i \cdot n_i}{\sum n_i}, \quad (1.1)$$

де IT_i - квалітет точності i -ої поверхні,

n_i - кількість поверхонь, що мають квалітет точності IT_i .

Для розрахунку середнього квалітета точності складаємо таблицю 1.3.

Таблиця 1.3 - Точність поверхонь деталі

Квалітет точності IT	7	10	12	14
Кількість поверхонь	2	1	1	13

$$IT_{cp} = \frac{7 \cdot 2 + 10 \cdot 1 + 12 \cdot 1 + 14 \cdot 13}{2 + 1 + 1 + 13} = 12,8$$

Розраховуємо коефіцієнт точності по формулі:

$$K_{т.ч.} = 1 - \frac{1}{IT_{cp}}$$

$$K_{т.ч.} = 1 - \frac{1}{12,8} = 0,92$$

Розраховуємо коефіцієнт шорсткості. Для його розрахунку складаємо таблицю 1.4.

Таблиця 1.4 - Шорсткість поверхонь деталі

Значення шорсткості Ra	1,0	3,2	6,3	12,5
Кількість поверхонь	4	1	3	11

Середню шорсткість визначаємо за формулою

$$Ш_{\text{ср}} = \frac{\sum Ra_i \cdot n_i}{\sum n_i}, \quad (1.2)$$

де R_{ai} - значення шорсткості i -ої поверхні,

n_i - кількість поверхонь, що мають однакову шорсткість.

$$Ш_{\text{ср}} = \frac{1,0 \cdot 4 + 3,2 \cdot 1 + 6,3 \cdot 3 + 12,5 \cdot 11}{4 + 1 + 3 + 11} = 8,6 \text{ мкм}$$

Коефіцієнт шорсткості розраховуємо за формулою

$$K_{\text{ш}} = 1 - \frac{1}{Ш_{\text{ср}}}$$

$$K_{\text{ш}} = 1 - \frac{1}{8,6} = 0,12$$

Розраховуємо коефіцієнт використання матеріалу за формулою

$$K_{\text{и.м.}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{з}}}, \quad (1.3)$$

де $m_{\text{д}}$ - маса деталі,

$m_{\text{з}}$ - маса заготовки.

$$K_{\text{и.м.}} = \frac{3,56}{6,1} = 0,58$$

1.3 Визначення типу виробництва

У зв'язку з тим, що в завданні на курсове проектування відсутні норми часу на виконання технологічних операцій, тип виробництва визначаємо за рекомендаціями, викладеними в методичних вказівках [13].

При річному випуску деталей $N = 6400$ шт. і масі деталі $m_d = 3,56$ кг виробництво буде серійним.

У серійному виробництві деталі виготовляються партіями, розмір якої розраховуємо за формулою:

$$n = \frac{N \cdot a}{\Phi}, \quad (1.4)$$

де N - річний обсяг випуску деталей;

a - кількість днів запасу деталей;

Φ - кількість робочих днів у році.

$$n = \frac{6400 \cdot 6}{255} = 150,6 \text{ шт.}$$

Приймаємо $n = 150$ шт.

За розміром партії деталей уточнюємо, що виробництво відповідає середньосерійному.

1.4 Вибір заготовки

Розміри і форма деталі дозволяють отримати її заготівлю штампуванням на кривошипному горячештамповочних пресі (КГШП). Цей ме-

тод забезпечує досить високу точність розмірів заготовки і необхідну прдуктивність.

Визначаємо стандартні параметри заготовки по ГОСТ 7505-89.

Група стали - М2.

Клас точності поковки - Т3.

Розрахункова маса поковки

$$m_p = m_d \cdot k_p, \quad (1.5)$$

де k_p - розрахунковий коефіцієнт.

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

Розміри фігури (циліндра), яка описує поковки:

- діаметр

$$D_\phi = D_d \cdot 1,05 \quad (1.6)$$

$$D_\phi = 170 \cdot 1,05 = 178,5 \text{ мм}$$

- довжина

$$L_\phi = L_d \cdot 1,05$$

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

Маса фігури, яка описує поковки

$$m_\phi = \frac{\pi \cdot D_\phi^2}{4} \cdot L_\phi \cdot \rho \quad (1.7)$$

$$m_\phi = \frac{3,14 \cdot 178,5^2}{4} \cdot 57,75 \cdot 7,87 = 11368 \text{ г} = 11,368 \text{ кг}$$

Відношення розрахункової маси поковки до маси фігури

$$m_p : m_\phi = 5,34 : 11,368 = 0,47$$

Ступінь складності поковки - С2.

Конфігурація поверхні рознімання штампа - П (плоска).

По групі стали, класу точності і ступеня складності визначаємо вихідний індекс поковки - 11.

Припуски і ковальські напуски

Основні припуски на розміри, мм:

- 1,7 - діаметр 135 мм і чистота поверхні 6,3;
- 1,4 - діаметр 123 мм і чистота поверхні 12,5;
- 1,8 - діаметр 170 мм і чистота поверхні 6,3;
- 1,8 - товщина 55 мм і чистота поверхні 1,0;
- 1,2 - товщина 30 мм і чистота поверхні 12,5.

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° ;

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

Розміри поковки і їх допустимі відхилення

Розміри поковки, мм:

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

$$\text{діаметр } 170 + (1,8 + 0,3) \cdot 2 = 174,2 \text{ приймається } 174,5;$$

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

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

$$\text{товщина } 55 + (1,8 + 0,4) \cdot 2 = 59,4 \text{ приймається } 59,5.$$

Радіус заокруглення зовнішніх кутів - 3,6 мм.

Допустимі відхилення розмірів, мм:

$$\text{діаметр } 139_{-0,8}^{+1,4};$$

$$\text{діаметр } 174,5_{-0,9}^{+1,6};$$

$$\text{діаметр } 126,5_{-0,8}^{+1,4};$$

$$\text{товщина } 33,5_{-0,5}^{+1,1};$$

$$\text{товщина } 39,5_{-0,7}^{+1,3}.$$

Допустима величина залишкового слоя 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.

Розраховуємо вартість заготовки за формулою

$$S_{\text{заг}} = \frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_T \cdot K_c \cdot K_B \cdot K_{\Pi} \cdot K_M - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{отх}}}{1000} \quad (2.8)$$

де C_i - базова вартість 1 т заготовок;

Q - маса заготовки;

K_T - коефіцієнт, що залежить від класу точності;

K_c - коефіцієнт, що залежить від ступеня складності;

K_B - коефіцієнт, що залежить від маси заготовки;

K_{Π} - коефіцієнт, що залежить від обсягу випуску заготовок;

K_M - коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу;

q - маса деталі;

$S_{\text{отх}}$ - ціна 1 т відходів.

$$S_{\text{заг}} = \frac{1355233}{1000} \cdot 6,1 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1,79 - (6,1 - 3,56) \cdot \frac{162628}{1000} = 11573 \text{ грн.}$$

1.5 Прийнятий маршрутний техпроцес

Відповідно до креслення деталі і річним обсягом випуску приймаємо наступний маршрут її обробки (таблиця 1.5).

Таблиця 1.5 - Маршрутний техпроцес виготовлення шестерні

Номер операції	Найменування і зміст операції	Модель верстата	Ріжучий інструмент	Технологічні бази
1	2	3	4	5
005	Токарська з ЧПУ 1. Чернове точіння торців $\varnothing 123$ і $\varnothing 170$ 2. Чистове точіння торця $\varnothing 123$ 3. Чернове розточування отвору $\varnothing 100$ 4. Чистове розточування отвору $\varnothing 100$	16K20T1	Різець прохідний 25с16, T15K6 Різець розточний 25с25, T15K6	поверхня $\varnothing 170$, торець
010	Токарська з ЧПУ 1. Чернове точіння торців $\varnothing 135$ і $\varnothing 170$, поверхонь $\varnothing 135$ і $\varnothing 170$ 2. Чистове точіння торця $\varnothing 135$ і поверхні $\varnothing 135$ 3. Точіння канавки	16K20T1	Різець прохідний 25с16, T15K6 Різець канавковий 25с16, T15K6	Отвір, торець
015	Зубодовбальна 1. Довбання шліців	5122	Долб'як $\varnothing 100$, P6M5	Отвір, торець
020	Зубофрезерна 1. Фрезерує зуби	5В312	Фреза черв'ячна $\varnothing 100$, P6M5	Отвір, торець
025	Термічна	Піч нагрівальна		

Продовження таблиці 1.5				
030	Внутрішшліфувальна 1. Шліфування отвору $\varnothing 100$ 2. Шліфування торця $\varnothing 123$	3К228В	Коло шліфувальний 1-80 50 20 Е9А 40 СМ1 7 До 40м / с А 1кл. ГОСТ 2424-83 Коло шліфувальний 11-125/92 45 32-13,13,70 Е5 40 _{см2} 7 Б 40м / с А 1кл. ГОСТ 2424-83	Зуби, торець
035	Плоскошліфувальна 1. Шліфування торця $\varnothing 135$	3Д723	Коло шліфувальний 1-450 80 203 Е25 СМ1 До 35м / с А 1кл. ГОСТ 2424-83	Торець
040	Зубошліфувальна 1. Шліфування зубів	5841	Коло шліфувальний 4-250 25 76-5 ЕБ25 СМ1 До 35м / с А 1кл. ГОСТ 2424-83	Отвір, торець
045	Контрольна	стіл ВТК		

1.6 Розрахунок припусків на обробку

Аналітично розраховуємо припуски на поверхню $\varnothing 100 + 0,035$. Заготівля виробу одержуємо штампуванням на КГШП. Маршрут обробки поверхні включає наступні операції: чорнове точіння; чистове точіння; шліфування.

Припуски розраховуємо за формулою [2]

$$2 \cdot z_{\min} = 2 \cdot \left(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon^2} \right), \quad (1.8)$$

де $R_{z_{i-1}}$ - висота мікронерівностей, отриманих на попередній операції;
 T_{i-1} - глибина дефектного шару, отриманого на попередній операції;
 ρ_{i-1} - просторове відхилення, отримане на попередній операції;
 ε - похибка базування на даній операції.

Випишуємо значення R_z і T для всіх операцій:

- для заготовки

$$R_z = 150 \text{ мкм}, T = 250 \text{ мкм};$$

- для чорнового точіння

$$R_z = 50 \text{ мкм}, T = 50 \text{ мкм};$$

- для чистового точіння

$$R_z = 20 \text{ мкм}, T = 25 \text{ мкм}.$$

Розраховуємо просторове відхилення ρ .

$$\rho_3 = \sqrt{\rho_{\text{см}}^2 + \rho_{\text{ексц}}^2}, \quad (2.9)$$

де $\rho_{\text{см}}$ - допуск на зміщення по поверхні рознімання штампа;

$\rho_{\text{ексц}}$ - допуск на ексцентричність (несоосність) прошиваного центрального отвору по відношенню до зовнішнього контуру заготовки.

$$\rho_3 = \sqrt{0,6^2 + 1^2} = 1,166 \text{ мм}$$

$$\rho_1 = 0,06 \cdot \rho_3; \quad \rho_1 = 0,06 \cdot 1,166 = 0,07 \text{ мм}$$

$$\rho_2 = 0,04 \cdot \rho_3$$

$$\rho_2 = 0,04 \cdot 1,166 = 0,047 \text{ мм}$$

Визначаємо похибка закріплення.

$$\varepsilon_1 = 130 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_2 = 0,06 \cdot \varepsilon_1$$

$$\varepsilon_2 = 0,06 \cdot 130 = 7,8 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_3 = 0,04 \cdot \varepsilon_1$$

$$\varepsilon_3 = 0,04 \cdot 130 = 5,2 \text{ мкм}$$

Розраховуємо припуски на всі операції техпроцесу.

$$2 \cdot z_{\min 1} = 2 \cdot \left(150 + 250 + \sqrt{1166^2 + 130^2} \right) = 2 \cdot 1573 \text{ мкм}$$

$$2 \cdot z_{\min 2} = 2 \cdot \left(50 + 50 + \sqrt{70^2 + 7,8^2} \right) = 2 \cdot 170 \text{ мкм}$$

$$2 \cdot z_{\min 3} = 2 \cdot \left(20 + 25 + \sqrt{47^2 + 5,2^2} \right) = 2 \cdot 92 \text{ мкм}$$

Для подальших розрахунків складаємо таблицю 1.6.

Таблиця 1.6 - Розрахунок припусків та граничних розмірів за операціями на обробку отвори $\varnothing 100 + 0,035$

Найменування операції	Елементи припуску, мкм				Припуск $2 \cdot z_{\min}$, мкм	Розрахунковий розмір dP, мм	Допуск δ , мкм	Граничні розміри, мм		Граничні припуски, мм	
	R _z	T	ρ					min	max	$2 \cdot z_{\min}^{\text{пр}}$	$2 \cdot z_{\max}^{\text{пр}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Заготівля	15 0	25 0	116 6			96,365	2000	94	96		
Точіння чорнове	0	0	0	30	2·1573	99,511	350	99,16	99,51	3510	5160
Точіння чистове	20	25	47	7,8	2·170	99,851	87	99,764	99,851	341	604
Шліфування				5,2	2·92	100,035	35	100,00 0	100,03 5	184	236

Графа в таблиці 1.6 «Розрахунковий розмір» (dP) заповнюється, починаючи з кінцевого розміру, послідовним відніманням розрахункового

мінімального припуску кожного технологічного переходу.

Для чистового точіння:

$$d_{p2} = 100,035 - 2 \cdot 0,092 = 99,851 \text{ мм};$$

для чорнового точіння:

$$d_{p1} = 99,851 - 2 \cdot 0,17 = 99,511 \text{ мм};$$

для заготівлі:

$$d_{p3} = 99,511 - 2 \cdot 1,573 = 96,365 \text{ мм}.$$

Значення допусків для кожного переходу приймаємо за таблицями відповідно до квалітетом того чи іншого виду обробки.

Для заготівлі: $\delta_3 = 2000$ мкм; для чорнового точіння: $\delta_1 = 350$ мкм; для чистового точіння: $\delta_2 = 87$ мкм; для шліфування: $\delta_3 = 35$ мкм.

Граничний розмір (d_{\max}) виходить за розрахунковими розмірами, округленим до точності допуску відповідного переходу.

Граничний розмір (d_{\min}) визначається шляхом вирахування з найбільших граничних розмірів допусків відповідних переходів.

Тоді найменший діаметр при шліфуванні:

$$d_{\min 3} = 100,035 - 0,035 = 100 \text{ мм};$$

при чистовому точінні:

$$d_{\min 2} = 99,851 - 0,087 = 99,764 \text{ мм};$$

при чорновому точінні:

$$d_{\min 1} = 99,51 - 0,35 = 99,16 \text{ мм};$$

для заготівлі:

$$d_{\min 3} = 96 - 2 = 94 \text{ мм.}$$

Граничні значення припусків визначаємо за формулами [2]:

максимальний припуск

$$2 \cdot z_{\max}^{\text{пп}} = d_{\min i} - d_{\min i-1}; \quad (1.10)$$

мінімальний припуск

$$2 \cdot z_{\min}^{\text{пп}} = d_{\max i} - d_{\max i-1}. \quad (1.11)$$

для шліфування

$$2 \cdot z_{\max}^{\text{пп}} = 100 - 99,764 = 0,236 \text{ мм};$$

$$2 \cdot z_{\min}^{\text{пп}} = 100,035 - 99,851 = 0,184 \text{ мм};$$

для чистового точіння

$$2 \cdot z_{\max}^{\text{пп}} = 99,764 - 99,16 = 0,604 \text{ мм};$$

$$2 \cdot z_{\min}^{\text{пп}} = 99,851 - 99,51 = 0,341 \text{ мм};$$

для чорнового точіння

$$2 \cdot z_{\max}^{\text{пп}} = 99,16 - 94 = 5,16 \text{ мм};$$

$$2 \cdot z_{\min}^{\text{пп}} = 99,51 - 96 = 3,51 \text{ мм.}$$

Визначаємо загальні припуски.

$$2 \cdot z_{o\min} = 3510 + 341 + 184 = 4035 \text{ мкм}$$

$$2 \cdot z_{o\max} = 5160 + 604 + 236 = 6000 \text{ мкм}$$

Загальний номінальний припуск визначаємо за формулою:

$$z_{\text{оном}} = z_{o\min} + ES_3 - ES_d, \quad (1.12)$$

де ES_3 і ES_d - верхні відхилення діаметра заготовки і діаметра деталі відповідно.

$$z_{\text{оном}} = 4035 + 700 - 35 = 4700 \text{ мкм}$$

Номінальний діаметр заготовки визначаємо за формулою

$$d_{\text{зном}} = d_{\text{дно}} - z_{\text{оном}}, \quad (1.13)$$

де $d_{\text{дно}}$ - номінальний діаметр деталі.

$$d_{\text{зном}} = 100 - 4,7 = 95,3 \text{ мм}$$

Виробляємо перевірку правильності виконаних розрахунків:

$$z_{\max 3}^{\text{п}} - z_{\min 3}^{\text{п}} = 236 - 184 = 52 \text{ мкм}; \delta_2 - \delta_3 = 87 - 35 = 52 \text{ мкм};$$

$$z_{\max 2}^{\text{п}} - z_{\min 2}^{\text{п}} = 604 - 341 = 263 \text{ мкм}; \delta_1 - \delta_2 = 350 - 87 = 263 \text{ мкм};$$

$$z_{\max 1}^{\text{п}} - z_{\min 1}^{\text{п}} = 5160 - 3510 = 1650 \text{ мкм}; \delta_3 - \delta_1 = 2000 - 350 = 1650 \text{ мкм}.$$

На всі інші оброблювані поверхні припуски і граничні відхилення визначаємо за ГОСТ 7505-89 і зводимо в таблицю 1.7.

Таблиця 1.7 - Припуски і граничні відхилення на поверхні шестерні

Розмір деталі, мм	Припуск, мм		Граничні відхилення, мм
	табличний	Розрахунковий	
Ø100 + 0,035	-	2·2,35	+0,7 -1,3
Ø135-0,16	2·2,0	-	+1,4 -0,8
Ø170-1	2·2,25	-	+1,6 -0,9
Ø123-1	2·1,75	-	+1,4 -0,8
30±0,26	2·1,75	-	+1,1 -0,5
55±0,37	2·2,25	-	+1,3 -0,7

1.7 Розрахунок режимів різання

Операція 05 - токарна з ЧПУ. Верстат моделі 16К20Т1. Інструмент з платівкою твердого сплаву Т15К6. Зміст операції: чорнове точіння торців Ø123 і Ø170, чистове точіння торця Ø123, чорнове і чистове розточування отвору Ø100.

глибина різання

$$t = 1,75 \text{ мм.}$$

Рекомендована і прийнята за паспортом верстата подача

$$S_0 = 0,4 \text{ мм / об.}$$

Розраховуємо швидкість різання за формулою [10]

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V, \quad (1.14)$$

де C_V - постійний коефіцієнт для даного виду обробки,

T - стійкість,

t - глибина різання,

S - подача,

K_V - поправочний коефіцієнт.

$$K_V = K_{iV} \cdot K_{mV} \cdot K_{пV}, \quad (1.15)$$

де K_{iV} - коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу інструменту,

K_{mV} - коефіцієнт, що враховує вплив оброблюваного матеріалу,

$K_{пV}$ - коефіцієнт, що враховує вплив стану поверхні.

$$K_{mV} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V}, \quad (1.16)$$

де K_{Γ} - коефіцієнт, що характеризує групу сталі по оброблюваності;

n_V - показник ступеня.

$$K_{mV} = 0,8 \cdot \left(\frac{750}{950} \right)^1 = 0,63$$

$$K_{iV} = 1,0$$

$$K_{пV} = 0,8$$

$$K_V = 1,0 \cdot 0,63 \cdot 0,8 = 0,5$$

$$T = 45 \text{ хв.}$$

$$C_V = 350.$$

$$x = 0,15.$$

$$y = 0,35.$$

$$m = 0,2.$$

$$V = \frac{350}{45^{0,2} \cdot 1,75^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,5 = 104 \text{ м / хв}$$

Розраховуємо частоту обертання шпинделя.

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad (1.17)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 104}{3,14 \cdot 170} = 195 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаються за паспортом верстата частоту обертання $n_{\text{пр}} = 160 \text{ хв}^{-1}$. Розраховуємо дійсну швидкість різання

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{пр}}}{1000} \quad (1.18)$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 170 \cdot 160}{1000} = 85 \text{ м/хв}$$

Розраховуємо необхідну частоту обертання шпинделя для $\varnothing 123$.

$$n = \frac{1000 \cdot 104}{3,14 \cdot 123} = 269 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаються за паспортом верстата частоту обертання $n = 250 \text{ хв}^{-1}$.

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 123 \cdot 250}{1000} = 97 \text{ м / хв}$$

Для розточування отвору $\varnothing 100$ приймаємо швидкість на 20% менше.

$$V = 104 \cdot 0,8 = 83,2 \text{ м / хв}$$

Розраховуємо необхідну частоту обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot 83,2}{3,14 \cdot 100} = 265 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаються за паспортом верстата частоту $n_{\text{пр}} = 250 \text{ хв}^{-1}$.

$$V_{\text{д}} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 250}{1000} = 79 \text{ м / хв}$$

Силу різання розраховуємо за формулою [10]

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (1.19)$$

де C_p - постійний коефіцієнт,

x, y, n - показники ступеня.

$$C_p = 300$$

$$x = 1$$

$$y = 0,75$$

$$n = -0,15$$

$$K_p = K_{\text{мр}} \cdot K_{\text{фр}} \cdot K_{\text{гр}} \cdot K_{\text{лр}} \cdot K_{\text{гп}}, \quad (1.20)$$

де $K_{\text{мр}}$ - поправочний коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу,

$K_{\text{фр}}, K_{\text{гр}}, K_{\text{лр}}, K_{\text{гп}}$ - коефіцієнти, що враховують вплив геометричних параметрів ріжучої частини інструмента.

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n \quad (1.21)$$

$$K_{MP} = \left(\frac{950}{750} \right)^{0,75} = 1,19$$

$$K_P = 1,19 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,06$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,25^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 97^{-0,15} \cdot 1,06 = 1007 \text{ Н}$$

Потужність різання

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (1.22)$$

$$N = \frac{1007 \cdot 97}{1020 \cdot 60} = 1,6 \text{ кВт}$$

Потужність двигуна головного приводу верстата

$$N_{ст} = 11 \text{ кВт}$$

$$N < N_{ст}$$

Таким чином, привід верстата забезпечує обробку при заданих режимах.

Операція 35 - плоскошліфувальна. Верстат моделі 3Д723.

Режими різання визначаємо по [10].

поздовжня подача

$$S = 0,2 \cdot B,$$

де B - ширина кола.

$$S = 0,2 \cdot 80 = 16 \text{ мм / дв. хід}$$

швидкість деталі

$$V = 20 \text{ м / хв}$$

Число подвійних ходів столу

$$n_{\text{д.х.}} = \frac{135}{16} = 8,4 \text{ хв-1}$$

Приймаємо $n_{\text{д.х.}} = 9 \text{ хв-1}$

1.9 Розрахунок режимів різання за нормативами

Операція 10 - токарна з ЧПУ. Верстат моделі 16К20Т1. Інструмент з платівкою твердого сплаву Т15К6. Зміст операції: чорнове точіння торців $\varnothing 135$ і $\varnothing 170$, поверхонь $\varnothing 135$ і $\varnothing 170$, чистове точіння торця і поверхні $\varnothing 135$, точіння канавки.

Рекомендована і прийнята за паспортом верстата подача

$$S_0 = 0,4 \text{ мм / об.}$$

Розраховуємо швидкість різання за формулою

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (1.23)$$

де $V_{\text{табл}}$ - табличне значення швидкості,

K_1 - коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу,

K_2 - коефіцієнт, що залежить від стійкості і марки твердого сплаву,

K_3 - коефіцієнт, що залежить від виду обробки.

$$V_{\text{табл}} = 115 \text{ м / хв}$$

$$K_1 = 0,75$$

$$K_2 = 1,55$$

$$K_3 = 1$$

$$V = 115 \cdot 0,75 \cdot 1,55 \cdot 1 = 134 \text{ м / хв}$$

Розраховуємо частоту обертання шпинделя для $\varnothing 170$.

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad (1.23)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 134}{3,14 \cdot 170} = 250 \text{ хв-1}$$

Приймаються за паспортом верстата частоту $n_{пр} = 250 \text{ хв}^{-1}$.

Дійсна швидкість різання

$$V_d = 134 \text{ м / хв}$$

Розраховуємо необхідну частоту обертання шпинделя для $\varnothing 135$.

$$n = \frac{1000 \cdot 134}{3,14 \cdot 135} = 315 \text{ хв-1}$$

Приймаються за паспортом верстата частоту $n_{пр} = 315 \text{ хв}^{-1}$.

$$V_d = 134 \text{ м / хв}$$

Для точіння канавки приймаємо швидкість на 20 % менше.

$$V = 134 \cdot 0,8 = 107 \text{ м / хв}$$

Розраховуємо необхідну частоту обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot 107}{3,14 \cdot 135} = 252 \text{ хв-1}$$

Приймаються за паспортом верстата частоту $n_{пр} = 250 \text{ хв}^{-1}$.

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 135 \cdot 250}{1000} = 106 \text{ м / хв}$$

Операція 15 - Зубодовбальний. Верстат моделі 5122.

Розраховуємо подачу за формулою

$$S_0 = S_{0\text{табл}} \cdot K_S, \quad (1.24)$$

де K_S - коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу.

$$S_{0\text{табл}} = 0,2 \text{ мм / дв. Хід}$$

$$K_S = 1$$

$$S_0 = 0,2 \cdot 1 = 0,2 \text{ мм / дв. Хід}$$

Приймаються за паспортом верстата $S_0 = 0,2 \text{ мм/дв. хід}$.

Розраховуємо швидкість різання за формулою [8]

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_V, \quad (1.25)$$

де K_V - коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу.

$$V_{\text{табл}} = 24 \text{ м/хв}$$

$$K_V = 1$$

$$V = 24 \cdot 1 = 24 \text{ м / хв}$$

1	2	3	4	Рзрахункова	Прийнята	Розрахункова	Прийнята	Расчет-ва	Прийнята	11	12
05	Токарська зі ЧПУ										
	1. Точіння чорнове										
	Ø123	1,25	11,5	0,4	0,4	104	97	269	250	100	0,2
	Ø170	1,75	23,5	0,4	0,4	104	85	195	160	64	0,41
	2. Точіння чистове										
	Ø123	0,5	11,5	0,15	0,15	251	243	650	630	94,5	0,21
	3. Розточування чорнове										
	Ø100	1,93	55	0,4	0,4	83	79	265	250	100	0,62
	4. Розточування чистове										
	Ø100	0,302	55	0,15	0,15	201	198	640	630	94,5	0,66
10	Токарська зі ЧПУ										
	1. Точіння чорнове										
	Ø135	1,25	17,5	0,4	0,4	134	134	315	315	126	0,19
	Ø135	1,4	20	0,4	0,4	134	134	315	315	126	0,14
	Ø170	1,75	17,5	0,4	0,4	134	134	250	250	100	0,14
	Ø170	2,25	30	0,4	0,4	134	134	250	250	100	0,3
	2. Точіння чистове										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13
	Ø135	0,5	17,5	0,15	0,15	186	170	439	400	60	0,4
	Ø135	0,6	20	0,15	0,15	186	170	439	400	60	0,38
	3. Точіння канавки	5	6,5	0,4	0,4	107	106	252	250	100	0,18

15	Зубодовбальна										
	1. Довбання шліців	5,35	13	0,2	0,2	24	19	632	500	100	4,35
20	Зубофрезерна										
	1. Фрезерує зуби	6,25	30	2,1	0,8	40	39	127	125	100	21,4
30	Внутрішшліфувальна										
	1. Шліфування отвору Ø100	0,118	55	0,0034	0,0034	70	70	223	223	0,13	0,42
	2. Шліфування торця Ø123	0,5	0,5	0,0022	0,0022	70	70	200	200	1,98	0,09
35	Плоскошліфувальна										
	1. Шліфування торця Ø135	0,5	135	0,014	0,014	20	20	9	9	144	2,03
40	Зубошліфувальна										
	1. Шліфування зубів	0,1	30	0,8	0,8	10	10	167	167	133,6	13

1.10 Розрахунок норм часу

У середнесерийном виробництві розраховується норма штучно-калькуляційного часу

$$t_{\text{шт-к}} = t_{\text{шт}} + \frac{t_{\text{п.з.}}}{n}, \quad (1.29)$$

де $t_{\text{шт}}$ - штучний час,

$t_{\text{п.з.}}$ - підготовчо-заклучний час,

n - розмір партії деталей.

штучний час

$$t_{\text{шт}} = t_o + t_b + t_{\text{обс}} + t_{\text{отд}}, \quad (1.30)$$

де t_o - основний час,

t_b - допоміжний час,

$t_{\text{обс}}$ - час на обслуговування робочого місця,

$t_{отд}$ - час на відпочинок.

допоміжний час

$$t_{в} = (t_{уc.} + t_{з.о.} + t_{уп.} + t_{из.}) \cdot k, \quad (1.31)$$

де $t_{уc.}$ - час на установку і зняття деталі,

$t_{з.о.}$ - час на закріплення і відкріплення деталі,

$t_{уп.}$ - час на прийоми управління верстатом,

$t_{из.}$ - час на вимірювання деталі,

k - коефіцієнт, що враховує тип виробництва.

Для среднесерійного виробництва $k = 1,85$.

Час на обслуговування і відпочинок $t_{обс}$ і $t_{отд}$ в серійному виробництві окремо не визначаються. У нормативах дається сума цих двох складових у відсотках від оперативного часу $t_{оп}$.

$$t_{оп} = t_o + t_{в} \quad (1.32)$$

Розраховуємо норму часу для операції 05 - токарной з ЧПУ.

Основний час на операцію

$$t_o = \sum_{i=1}^n t_{oi}, \quad (1.33)$$

де t_{oi} - основний час для i -го переходу.

$$t_o = \frac{L_{р.х.}}{S_o \cdot n} \cdot i, \quad (1.34)$$

де $L_{р.х.}$ - довжина робочого ходу,

S_0 - подача на оборот,
 n - частота обертання,
 i - кількість робочих ходів.

$$t_{o1} = \frac{20}{0,4 \cdot 250} \cdot 1 = 0,2 \text{ хв}$$

$$t_{o2} = \frac{26}{0,4 \cdot 160} \cdot 1 = 0,41 \text{ хв}$$

$$t_{o3} = \frac{20}{0,15 \cdot 630} \cdot 1 = 0,21 \text{ хв}$$

$$t_{o4} = \frac{62}{0,4 \cdot 250} \cdot 1 = 0,62 \text{ хв}$$

$$t_{o5} = \frac{62}{0,15 \cdot 630} \cdot 1 = 0,66 \text{ хв}$$

Основний час на операцію

$$t_o = 0,2 + 0,41 + 0,21 + 0,62 + 0,66 = 2,1 \text{ хв}$$

Час на установку і закріплення деталі в патроні

$$t_{\text{ус.}} + t_{\text{з.о.}} = 0,1 \text{ хв}$$

Час на прийоми управління верстатом (включення станка кнопкою і підведення або відведення інструменту до деталі при обробці)

$$t_{\text{уп.}} = 0,01 + 0,025 = 0,035 \text{ хв}$$

Час на вимірювання штангенциркулем

$$t_{\text{из.}} = 0,16 + 0,13 + 0,13 + 0,13 = 0,55 \text{ хв}$$

допоміжний час

$$t_{\text{в}} = (0,1 + 0,035 + 0,55) \cdot 1,85 = 1,27 \text{ хв}$$

оперативне час

$$t_{\text{оп}} = 2,1 + 1,27 = 3,37 \text{ хв}$$

Час на обслуговування робочого місця і відпочинок

$$t_{\text{обс}} + t_{\text{отд}} = 0,07 \cdot 3,37 = 0,24 \text{ хв}$$

штучний час

$$t_{\text{шт}} = 2,1 + 1,27 + 0,24 = 3,61 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час (час на наладку верстата і інструменту, час на отримання інструментів до початку і здачу після закінчення роботи)

$$t_{\text{п.з.}} = 12 + 10 = 22 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час

$$t_{\text{шт-к}} = 3,61 + \frac{22}{30} = 4,34 \text{ хв}$$

Розраховуємо норму часу для операції 20 - зубофрезерних.

Основний час визначаємо за формулою

$$t_o = \frac{L_{p.x.} \cdot z_d}{S_o \cdot n \cdot \varepsilon \cdot q}, \quad (1.35)$$

де $L_{p.x.}$ - довжина робочого ходу,

z_d - число зубів деталі,

S_o - подача на оборот,

n - частота обертання,

ε - число заходів фрези,

q - число одночасно оброблюваних деталей.

$$t_o = \frac{67 \cdot 32}{0,8 \cdot 125 \cdot 1 \cdot 1} = 21,44 \text{ хв}$$

Час на установку і закріплення деталі на оправці з кріпленням гайкою з швидкознімною шайбою

$$t_{yc.} + t_{з.о.} = 0,26 + 0,05 + 0,036 + 0,1 = 0,446 \text{ хв}$$

Час на прийоми управління верстатом (включення станка кнопкою і підведення або відведення інструменту до деталі при обробці)

$$t_{уп.} = 0,01 + 0,04 + 0,1 = 0,15 \text{ хв}$$

Час на вимірювання деталі

$$t_{\text{из.}} = 0,16 \text{ хв}$$

допоміжний час

$$t_{\text{в}} = (0,446 + 0,15 + 0,16) \cdot 1,85 = 1,4 \text{ хв}$$

оперативне час

$$t_{\text{оп}} = 21,44 + 1,4 = 22,84 \text{ хв}$$

Час на обслуговування робочого місця і відпочинок

$$t_{\text{обс}} + t_{\text{отд}} = 0,08 \cdot 22,84 = 1,83 \text{ хв}$$

Штучний час

$$t_{\text{шт}} = 21,44 + 1,4 + 1,83 = 24,67 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час (час на наладку верстата і інструменту)

$$t_{\text{п.з.}} = 15 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час

$$t_{\text{шт-к}} = 24,67 + \frac{15}{15} = 25,67 \text{ хв}$$

Аналогічно розраховуємо норми часу на інші операції і результати зводимо в таблицю 1.9.

Таблиця 1.9 - Зведена таблиця норм часу (в хвилинах)

Номер операції	Найменування операції	Основне час t_0	Допоміжний час t_v			оперативне час $t_{оп}$	Час на обслуговування і відпочинок	Штучний час $t_{шт}$	Підготовчо-	Величина партії n	Штучно-калькуляційний час $t_{шт-к}$
			$t_{з.о.} + t_{у.с.}$	$t_{уп.}$	$t_{із.}$						
05	Токарська зі ЧПУ	2,1	0,185	0,065	1,02	3,37	0,24	3,61	22	30	4,34
10	Токарська зі ЧПУ	1,73	0,185	0,065	1	2,98	0,21	3,19	22	30	3,92
15	зубодовбальний	4,35	0,83	0,13	0,37	5,68	0,45	6,13	20	50	6,53
20	Зубофрезерний	21,44	0,83	0,28	0,3	22,84	1,83	24,67	15	15	25,67
30	Внутрішліфувальна	0,51	0,185	0,1	0,44	1,24	0,062	1,302	16	50	1,622
35	плоскошліфувальна	2,03	0,12	0,09	0,41	2,65	0,11	0,76	3	50	0,82
40	зубошліфувальні	13,03	0,73	1,05	0,41	15,22	0,61	15,83	160	50	19,03

1.11 Розрахунок точності токарної операції

Розрахунок точності виконуємо на токарних операцію 10, де виконується чистове точіння поверхні $\varnothing 135$. Допуск на оброблювану поверхню $T = 160$ мкм.

Сумарну похибку обробки розраховуємо за формулою

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{и} + \Delta_{н} + \sqrt{\Delta_{сл}^2 + \varepsilon_y^2}, \quad (1.36)$$

де Δ_i - похибка, обумовлена зносом різального інструменту,

Δ_n - похибка настройки верстата,

$\Delta_{\text{сл}}$ - поле розсіювання похибок обробки, обумовлених технологічними факторами випадкового характеру,

ε_y - похибка установки заготовки.

Похибка, обумовлена зносом різального інструменту, розраховуємо по формулі

$$\Delta_{\text{и}} = \frac{I_0 \cdot L}{1000}, \quad (1.37)$$

де I_0 - відносний знос інструмента,

L - шлях різання.

$$I_0 = 9 \text{ мкм} / \text{км}$$

Шлях різання розраховуємо за формулою

$$L = \frac{\pi \cdot D \cdot l \cdot n}{1000 \cdot S_0}, \quad (1.38)$$

де D - діаметр оброблюваної поверхні,

l - довжина оброблюваної поверхні,

n - кількість деталей в партії,

S_0 - подача.

$$L = \frac{3,14 \cdot 135 \cdot 20 \cdot 30}{1000 \cdot 0,15} = 1696 \text{ м}$$

$$\Delta_{\text{и}} = \frac{9 \cdot 1696}{1000} = 15 \text{ мкм}$$

Похибка налаштування верстата розраховуємо за формулою

$$\Delta_H = \sqrt{\Delta_{\text{см}}^2 + \Delta_{\text{рег}}^2 + \Delta_{\text{изм}}^2}, \quad (1.39)$$

де $\Delta_{\text{см}}$ - зміщення центру групування розмірів пробних деталей щодо середини поля розсіювання розмірів,

$\Delta_{\text{рег}}$ - похибка регулювання положення ріжучого інструменту на верстаті,

$\Delta_{\text{вим}}$ - похибка вимірювання пробних деталей.

$$\Delta_{\text{см}} = \frac{\Delta_{\text{сл}}}{\sqrt{m}}, \quad (1.40)$$

де $\Delta_{\text{сл}}$ - миттєва похибка обробки,

m - кількість пробних деталей.

$$\Delta_{\text{сл}} = 35 \text{ мкм}$$

$$m = 5$$

$$\Delta_{\text{см}} = \frac{35}{\sqrt{5}} = 15,7$$

Похибка вимірювання при використанні мікрометра 1-го класу точності

$$\Delta_{\text{вим}} = 9 \text{ мкм.}$$

Похибка регулювання приймаємо $\Delta_{\text{рег}} = 20 \text{ мкм.}$

$$\Delta_H = \sqrt{15,7^2 + 20^2 + 9^2} = 27 \text{ мкм}$$

При установці деталі в патроні приймаємо $\varepsilon_y = 0$.

Сумарна похибка обробки

$$\Delta_{\Sigma} = 15 + 27 + 35 = 77 \text{ мкм}$$

Необхідна точність обробки поверхні забезпечується, т. К. $\Delta_{\Sigma} < T$, Т.
Е. 77 мкм < 160 мкм.

2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА. РОЗРАХУНОК І ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТОСУВАННЯ

Проектована пристосування призначене для виконання зубофрезерних операцій. Воно складається з оправлення, стійки, притискної чаші, гайки і швидкознімною шайби. Заготівля закріплюється на оправці за допомогою гвинтового механізму.

Визначаємо внутрішній діаметр різьби гвинта з умови його міцності

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{\pi \cdot [\sigma]}}, \quad (2.1)$$

де W -усіліє закріплення,

$[\sigma]$ - допустиме напруження розтягу.

$$[\sigma] = 150 \text{ МПа}$$

Зусилля затиску при закріпленні заготовки розраховуємо [10]

$$W = \frac{K \cdot M}{\frac{1}{3} \cdot f \cdot \left(\frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} \right)}, \quad (2.2)$$

де K - коефіцієнт запасу,

M - крутний момент на шпинделі,

f - коефіцієнт тертя,

D і d - зовнішній і внутрішній діаметри притискної чаші.

Крутний момент на шпинделі

$$M = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 1000}, \quad (2.3)$$

де D - діаметр фрези.

Величину окружний сили різання при фрезеруванні розраховуємо

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}, \quad (2.4)$$

де C_p - постійний коефіцієнт для даного виду обробки,

t - глибина різання,

S_z - подача на зуб,

B - ширина фрезерування,

z - число зубів фрези,

D - діаметр фрези,

n - частота обертання фрези,

x, y, u, q, w - показники ступеня,

K_{MP} - поправочний коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу.

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n \quad (2.5)$$

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

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 6,25^{0,86} \cdot 0,08^{0,72} \cdot 30^{1,1} \cdot 10}{100^{0,86} \cdot 125^0} \cdot 1,07 = 4599 \text{ Н}$$

$$M = \frac{4599 \cdot 100}{2 \cdot 1000} = 229,95 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$W = \frac{1,95 \cdot 229,95}{\frac{1}{3} \cdot 0,25 \cdot \left(\frac{0,125^3 - 0,105^3}{0,125^2 - 0,105^2} \right)} = 31115 \text{ Н}$$

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 31115}{3,14 \cdot 150}} = 16,3 \text{ мм}$$

Приймаємо стандартний внутрішній діаметр $d_1 = 17,294$, відповідний різьбі М20.

Перевіримо гвинт на міцність по еквівалентним напруженням

$$\sigma_{\text{екв}} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot W}{\pi \cdot d_1^2}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{M}{0,2 \cdot d_1^2}\right)^2} \leq [\sigma] \quad (2.6)$$

$$\sigma_{\text{екв}} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot 31115}{3,14 \cdot (17,294 \cdot 10^{-3})^2}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{229,95}{0,2 \cdot (17,294 \cdot 10^{-3})^2}\right)^2} = 133 \cdot 10^6 \text{ па}$$

$$\sigma_{\text{екв}} < [\sigma]$$

Перевіримо гвинт на міцність за умовою міцності

$$\sigma = \frac{4 \cdot W}{\pi \cdot d_1^2} \leq [\sigma] \quad (2.7)$$

$$\sigma = \frac{4 \cdot 31115}{3,14 \cdot (17,294 \cdot 10^{-3})^2} = 132,5 \cdot 10^6 \text{ па}$$

$$\sigma < [\sigma]$$

Точність пристосування визначаємо за формулою

$$T_{\text{пр}} = 0,2 \cdot T, \quad (2.8)$$

де T - допуск виконуваного на даній операції розміру.

$$T_{\text{пр}} = 0,2 \cdot 120 = 24 \text{ мкм.}$$

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Ціноутворення

Дана робота спрямована на рішення завдання автоматизації моделювання технологічного процесу. Ефект від застосування системи досягається за рахунок підвищення продуктивності планування та підготовки технологічного процесу, дозволить прогнозувати ефективність роботи ділянки.

Витрати на виконання розробки ($V_{САПР}$) ставляться до передвиробничих одноразових витрат. Плановий кошторис витрат на проведення розробки містить у собі наступні статті:

- заробітна плата учасників розробки ($V_{зарп}$);
- витрати на відрядження ($V_{команд}$);
- контрагентські витрати ($V_{контр}$);
- витрати на експлуатацію комп'ютера ($V_{комп}$);
- витрати на приміщення ($V_{пом}$);
- витрати на матеріали ($V_{матер}$).

Заробітна плата всіх, хто бере участь у проведенні даної роботи, зведена до таблиці 3.1

Таблиця 3.1 - Витрати на заробітну плату

Виконавець	Кількість	Місячний оклад	Час роботи, міс.	Сума, грн.
Керівник роботи	1	1450	6	8700
Постачальник	1	1300	6	7800
Оператор	1	1210	2	2420
Програміст	1	1320	6	7920
Разом				26840

Відрахування на заробітну плату: складає 37.5% (пенсійний фонд - 32%, соцстрах - 4%, фонд зайнятості - 1.5%):

$$V_{\text{відрах}} = 26840 \cdot 0.375 = 10065 \text{ грн.}$$

Витрати на відрядження (22% від заробітної плати).

$$V_{\text{команд}} = 26840 \cdot 0.22 = 5904,8 \text{ грн.}$$

Контрагентські витрати (з умови 40грн./година)

$$V_{\text{контр}} = 70 \text{ ч} \cdot 40 = 2800 \text{ грн.}$$

Витрати на експлуатацію комп'ютера при розробці й налагодженні програмного забезпечення, а також формування баз даних:

$$V_{\text{комп}} = V_{\text{ркомп}} \cdot T_{\text{комп}}, \quad (3.1)$$

де $V_{\text{ркомп}}$ - вартість експлуатації комп'ютера зв годину (0.25, грн.);

$T_{\text{комп}}$ - тривалість роботи комп'ютера;

$T_{\text{комп}} = 6 \cdot 24 \cdot 6 = 864 \text{ год.}$ (6 год. у день, 24 дні в місяці, протягом 6 місяців).

$$V_{\text{комп}} = 0,25 \cdot 864 = 216 \text{ грн.}$$

Витрати на приміщення:

$$V_{\text{прм}} = V_{\text{пл}} \cdot Q \cdot T = 45 \cdot 20 \cdot 6 = 5400 \text{ грн.}$$

де $V_{рпл}$ - вартість оренди одного кв. м площі на місяць (45), грн;

Q - площа приміщення (20), кв. м;

T - кількість місяців оренди приміщення (6).

Витрати на матеріали

Ураховуються матеріали, необхідні для оформлення технічного проекту й експлуатаційної документації (на комп'ютері за допомогою текстового редактора), для розробки програмного забезпечення й формування баз даних, див. таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 - Витрати на матеріали

Матеріал	Одиниці вимірювання	Кількість	Ціна, грн.	Сума, грн.
Картридж	Шт.	1	300	300,0
Диски	Шт.	10	2	20,0
Папір	Пачка (500 аркушів)	1	30	30,0
Разом				350,0

Накладні витрати, 62% від заробітної плати:

$$V_{накл} = 26840 \cdot 0.62 = 16640,8 \text{ грн.}$$

Витрати на розробку САПР визначаються як сума всіх статей витрат:

$$\begin{aligned} V_{САПР} &= V_{зарп} + V_{відрах} + V_{команд} + V_{контр} + V_{комп} + V_{прм} + V_{матер} + V_{накл} \\ &= 26840 + 10065 + 5904,8 + 5400 + 350 + 2400 + 62 + 16640,8 = 67662,6 \text{ грн.} \end{aligned}$$

3.2 Фінансовий план

Для техніко-економічного обґрунтування проекту необхідно зіставити базовий і проєктований варіанти й проаналізувати їхні техніко-

економічні показники. Вихідні дані для розрахунку наведені в таблиці 3.3.

Величину річного економічного ефекту визначаємо по формулі

$$E_{\text{річ}} = B_1 - (B_2 + E \cdot B_K); \quad (3.2)$$

де B_1 – сумарні витрати на проектування виробничих процесів у базовому варіанті, грн.;

B_2 – сумарні витрати на проектування виробничих процесів у новому варіанті, грн.;

$B_{\text{САПР}}$ - капітальні витрати на створення САПР, грн.;

E - коефіцієнт дисконтування капітальних витрат (прийняте $E=0.1$).

Витрати на проектування й нормування виробничих процесів у базовому й новому варіантах визначимо так:

$$B_1 = B_{\text{тех1}} + (\text{ПЛ} \cdot Q_{\text{тех1}} \cdot B_{\text{пл}} \cdot 12); \quad (3.3)$$

Таблиця 3.3 - Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності

№№ ПП	Найменування показника	Позначення	Базовий варіант	Новий варіант
1	Вартість експлуатації комп'ютера, грн./година	$V_{\text{комп}}$	—	0,25
2	Заробітна плата, грн./міс.	$ЗП_{\text{тех}}$	1270	1330
3	Відрахування (соцстрах і т.п.), %	$K_{\text{відрах}}$	42,5	42,5
4	Витрати часу на проектування й нормування одного контрольованого виробу 8 групи складності, год.	$T_{\text{пр}}$	11,8	2,5
5	Річний фонд робочого часу контролера, год.	Φ_0	1900	1900
6	Норма площі на робоче місце технолога	ПЛ	6	6
7	Вартість одного м^2 площі, грн/ м^2 .міс	$V_{\text{пл}}$	45	45
8	Кількість розрахунків (проектів), шт./рік	$Q_{\text{пт}}$	1820	1820
9	Витрати на розробку САПР, грн.	$З_{\text{к}}$	—	67662,6
10	Вартість комп'ютера й ПО, грн.	$V_{\text{комп}}$	—	10000
11	Вартість принтера, грн	$V_{\text{прн}}$	—	700
12	Частка автоматизованої операції в виробничому процесі (по трудоміст- кості проектно-нормувальних робіт), %	ч	30	30

$$V_2 = V_{\text{тех}2} + (\text{ПЛ} \cdot Q_{\text{тех}2} \cdot V_{\text{рпл}} \cdot 12) + V_{\text{Гкомп}} \cdot T_{\text{пр}2} \cdot Q_{\text{тп}}; \quad (3.4)$$

де $V_{\text{тех1}}, V_{\text{тех2}}$ - витрати на оплату праці технологів, грн.;

$Q_{\text{тех1}}, Q_{\text{тех2}}$ - кількість технологів, необхідних для проектування й нормування виробничих процесів протягом року.

Необхідна кількість технологів для базового й нового варіантів ($Q_{\text{тех1}}$ і $Q_{\text{тех2}}$) визначимо по наступних формулах:

$$Q_{\text{тех1}} = T_{\text{пр1}} \cdot \frac{Q_{\text{тп1}}}{\Phi_0} \cdot \frac{\text{Ч}}{100}; \quad (3.4)$$

$$Q_{\text{тех2}} = T_{\text{пр2}} \cdot \frac{Q_{\text{тп2}}}{\Phi_0} \cdot \frac{\text{Ч}}{100};$$

Значення $V_{\text{тех1}}$ і $V_{\text{тех2}}$ визначимо, по формулах:

$$V_{\text{тех1}} = Q_{\text{тех1}} \cdot V_{\text{пттех1}} \cdot \left(1 + \frac{K_{\text{відрах}}}{100}\right) \cdot 12; \quad (3.5)$$

$$V_{\text{тех2}} = Q_{\text{тех2}} \cdot V_{\text{пттех2}} \cdot \left(1 + \frac{K_{\text{відрах}}}{100}\right) \cdot 12; \quad (3.5)$$

Капітальні витрати складаються з витрат на розробку САПР, вартості комп'ютера й принтера:

$$V_K = V_{\text{сапр}} + V_{\text{р_комп}} + V_{\text{р_прн}}; \quad (3.6)$$

Підставляючи вихідні дані, одержимо:

$$Q_{\text{тех1}} = 11,8 \cdot \frac{1820}{1900} \cdot \frac{30}{100} = 3,39 \approx 4 \text{ чол.}$$

$$Q_{\text{тех2}} = 2,5 \cdot \frac{1820}{1900} \cdot \frac{30}{100} = 0,72 \approx 1 \text{ чол.}$$

Відповідно маємо:

$$B_{\text{тех1}} = 4 \cdot 270 \cdot \left(1 + \frac{42,5}{100}\right) \cdot 12 = 18468 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{тех1}} = 1 \cdot 330 \cdot \left(1 + \frac{42,5}{100}\right) \cdot 12 = 5643 \text{ грн.}$$

Підставляючи отримані результати, одержимо:

$$B_1 = 18468 + (6 \cdot 4 \cdot 45 \cdot 12) = 31428 \text{ грн.}$$

$$B_2 = 5643 + (6 \cdot 1 \cdot 45 \cdot 12) + 0,25 \cdot 2,5 \cdot 1820 = 10020,5 \text{ грн.}$$

Визначаємо капітальні витрати:

$$B_K = 67662,6 + 10000 + 700 = 78362,6 \text{ грн.}$$

Остаточо одержимо:

$$E_{\text{річ}} = 31428 - (10020,5 + 78362,6 \cdot 0,1) = 13571,24 \text{ грн.}$$

Використовуючи наведені вище формули, визначимо, при якій кількості виробничих процесів отримаємо економічний ефект:

$$B_1 - (B_2 + E \cdot B_K) = 0;$$

Підставляючи, одержимо:

$$Q_{\text{тех1}} \cdot B_{\text{птех1}} \cdot \left(1 + \frac{K_{\text{відрах}}}{100}\right) \cdot 12 - \left(Q_{\text{тех2}} \cdot B_{\text{птех2}} \cdot \left(1 + \frac{K_{\text{відрах}}}{100}\right) \cdot 12 + E \cdot B_K\right) = 0;$$

$$T_{\text{пр1}} \cdot \frac{Q_{\text{тп1}}}{\Phi_0} \cdot B_{\text{птех1}} \cdot \left(1 + \frac{K_{\text{відрах}}}{100}\right) \cdot 12 - \left(T_{\text{пр2}} \cdot \frac{Q_{\text{тп2}}}{\Phi_0} \cdot B_{\text{птех2}} \cdot \left(1 + \frac{K_{\text{відрах}}}{100}\right) \cdot 12 + E \cdot B_K\right) = 0;$$

Вирішуючи рівняння відносно $Q_{\text{тп}}$ одержимо:

$$Q_{\text{тп}} = \frac{E \cdot B_{\text{к}}}{\left(\frac{T_{\text{пр1}}}{1900} \cdot B_{\text{птех1}} - \frac{T_{\text{пр2}}}{1900} \cdot B_{\text{птех2}} \right) \cdot \left(1 + \frac{K_{\text{відрах}}}{100} \right) \cdot 12} \quad (3.7)$$

$$Q_{\text{тп}} = \frac{0,1 \cdot 78362,6}{\left(\frac{11,8}{1900} \cdot 270 - \frac{2,5}{1900} \cdot 330 \right) \cdot \left(1 + \frac{42,5}{100} \right) \cdot 12} = 369$$

Таким чином, тільки при розробці більше 369 і більше виробничих процесів в рік можливе одержання економічного ефекту.

Визначимо витрати на автоматизацію виробничого процесу, для базового й для нового варіантів, використовуючи отримані результати розрахунку:

$$B_{\text{тп1}} = \frac{B_1}{Q_{\text{тп1}}}; \quad (3.8)$$

$$B_{\text{тп2}} = \frac{B_2}{Q_{\text{тп2}}}; \quad (3.9)$$

Підставляючи числові значення, одержимо:

$$B_{\text{тп1}} = \frac{31428}{1820} = 17,3 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{тп2}} = \frac{1020,5}{1820} = 0,56 \text{ грн.}$$

=

Таким чином застосування САПР виробничих процесів дозволяє:

- 1) Скоротити чисельність працюючих співробітників з 4 до 1 чоловік.
- 2) Зменшити витрати на проектування й нормування одного процесу вимі-

ру виробу з 17,3 грн до 0,56 грн.

3) Одержати річний економічний ефект 13571,24 грн.

4) Всі техніко-економічні показники зведені в таблицю 4.4.

Таблиця 3.4 - Техніко-економічні показники впровадження САПР

Найменування показників	Одиниця виміру	Результат порівняння	
		Базовий варіант	Новий варіант
Кількість виробничих процесів в рік	шт.	1820	1820
Чисельність технологів	чол.	4	1
Виробнича площа	м ²	24	6
Витрати на один виробничий процес	грн.	11,4	3,8
Загальні витрати на САПР	грн.	0	67662,6
Витрати на технічні засоби	грн.	0	10700
Річний економічний ефект	грн.	13571,24	

Розглянемо 3 варіанти розподілу доходів з метою визначення оптимального.

Визначаємо співвідношення доходів і витрат:

$$\frac{B_t}{C_t} = \frac{100000}{78362,6} = 1,27 > 1, \quad (4.10)$$

де B_t – доходи, грн;

$C_t = B_k$ – витрати, грн.

Визначення поточної наведеної вартості NPV:

Визначення NPV - поточної наведеної вартості, IRR - внутрішньої вартості прибутку й строку окупності буде зроблено для кожного варіанта окремо.

$$NPV = \sum \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} \quad (3.11)$$

$$IRR = r_1 + (r_2 - r_1) \cdot \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2}, \quad (3.12)$$

де r_1 - менше значення процентної ставки, %;

r_2 - більше значення процентної ставки, %;

NPV_1 - значення NPV при меншій процентній ставці r_1 ;

NPV_2 - значення NPV при більшій процентній ставці r_2 , коли

NPV міняє знак

Визначення строку окупності проекту

$$O_{рок} = n \text{ при якому } \sum B_t > I_H \quad (3.13)$$

Для I варіанта $O_{рок} = 4$ роки; для II варіанта $O_{рок} = 4$ роки; для III варіанта $O_{рок} = 4$ роки.

Визначення індексу рентабельності:

$$P = \sum \frac{B_t}{(1+r)^t} \cdot \frac{1}{I_H} \quad (3.14)$$

Співвідношення по доходах і витратах по 3-х варіантах представлені на (рисунок 3.1).

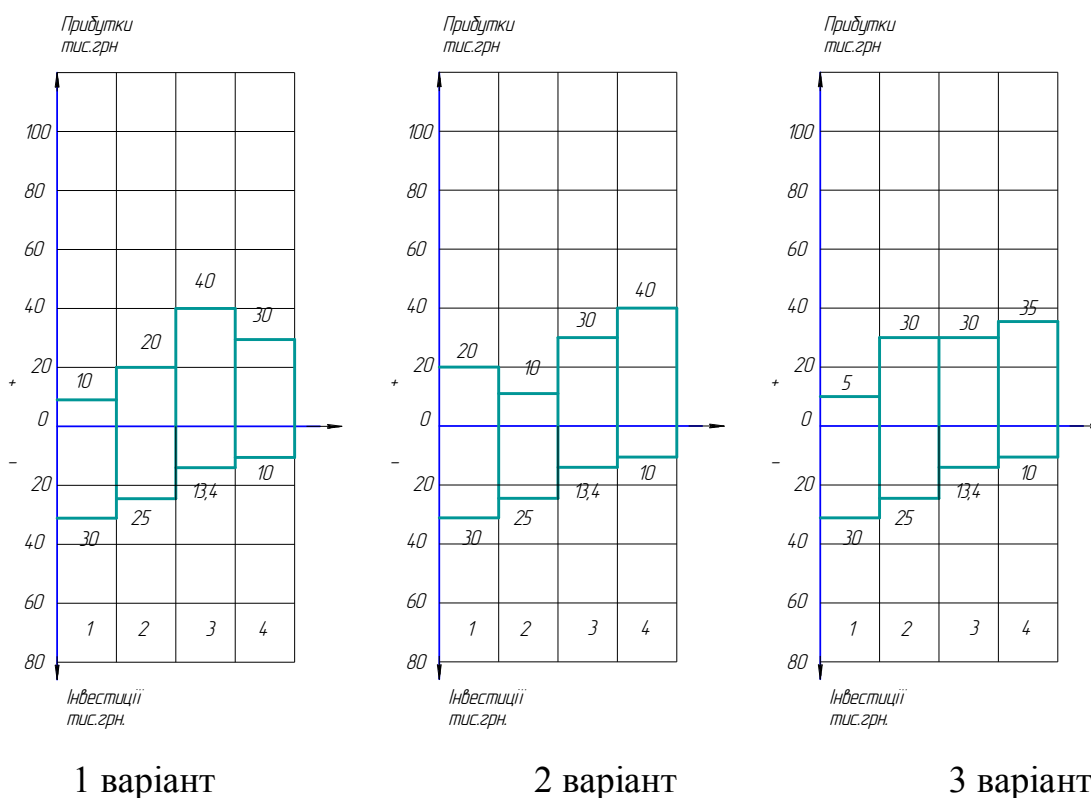


Рисунок 3.1 – Столбограми співвідношення доходів і витрат

Для першого варіанта розрахунки наведені в таблиці 3.5

Таблиця 3.5 - Розрахунки NPV для першого варіанта

Рік	Bt- C _t	ПД ₁	NPV ₁	ПД ₁₀	NPV ₁₀	ПД ₂₀	NPV ₂₀	ПД ₃₀	NPV ₃₀	ПД ₃₅	NPV ₃₅
1	-20	0,99	-19,8	0,909	-18,18	0,833	-16,66	0,769	-15,38	0,741	-14,6718
2	-5	0,98	-4,9	0,826	-4,13	0,694	-3,47	0,592	-2,96	0,549	-2,6901
3	26,6	0,97	25,82	0,751	19,97 66	0,579	15,4014	0,455	12,103	0,406	10,47561
4	20	0,96	19,2	0,683	13,66	0,482	9,64	0,35	7	0,301	5,7792
Сума			20,302		11,32 66		4,9114		0,763		-1,10709

$$IRR = 30 + (35 - 30) \cdot \frac{0,763}{0,763 - (-1,10709)} = 32,04\%$$

Для другого варіанта розрахунки наведені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 - Розрахунки NPV для другого варіанта

Год	$V_t - C_t$	PD_t	PV_t	PD_{10}	NPV_{10}	PD_{20}	NPV_{20}	PD_{30}	NPV_{30}	PD_{35}	NPV_{35}
1	-10	0,99	-9,9	0,909	-9,09	0,833	-8,33	0,769	-7,69	0,741	-7,3359
2	-15	0,98	-14,7	0,826	-12,39	0,694	-10,41	0,592	-8,88	0,549	-8,0703
3	16,6	0,97	16,102	0,751	12,4666	0,579	9,6114	0,455	7,553	0,406	6,53741
4	30	0,96	28,8	0,683	20,49	0,482	14,46	0,35	10,5	0,301	8,6688
Сума			20,302		11,4766		5,3314		1,483		-0,19999

$$IRR = 30 + (35 - 30) \cdot \frac{1,483}{1,483 - (-0,19999)} = 34,41\%$$

Для третього варіанта розрахунки наведені в таблиці 3.7

Таблиця 3.7 - Розрахунки NPV для третього варіанта

Год	$V_t - C_t$	PD_{10}	NPV_{10}	PD_{20}	NPV_{20}	PD_{30}	NPV_{30}	PD_{35}	NPV_{35}	PD_{40}	NPV_{40}
1	-20	0,909	-18,18	0,833	-16,66	0,769	-15,38	0,741	-14,671	0,71	-12,907
2	5	0,826	4,13	0,694	3,47	0,592	2,96	0,549	2,6901	0,51	2,1063
3	16,6	0,751	12,4666	0,579	9,6114	0,455	7,553	0,406	6,537	0,36	4,4879
4	25	0,683	17,075	0,482	12,05	0,35	8,75	0,301	7,224	0,26	4,4395
Сума			15,4916		8,4714		3,883		1,779		-1,8740

$$IRR = 35 + (40 - 35) \cdot \frac{1,779}{1,779 - (-1,8740)} = 37,43\%$$

Графічне визначення IRR представлено на рисунку 3.2.

Визначення строку окупності

Строк окупності визначаємо з умови

$O_{\text{рок}}=n$ при якому $\sum B_t > I_H$

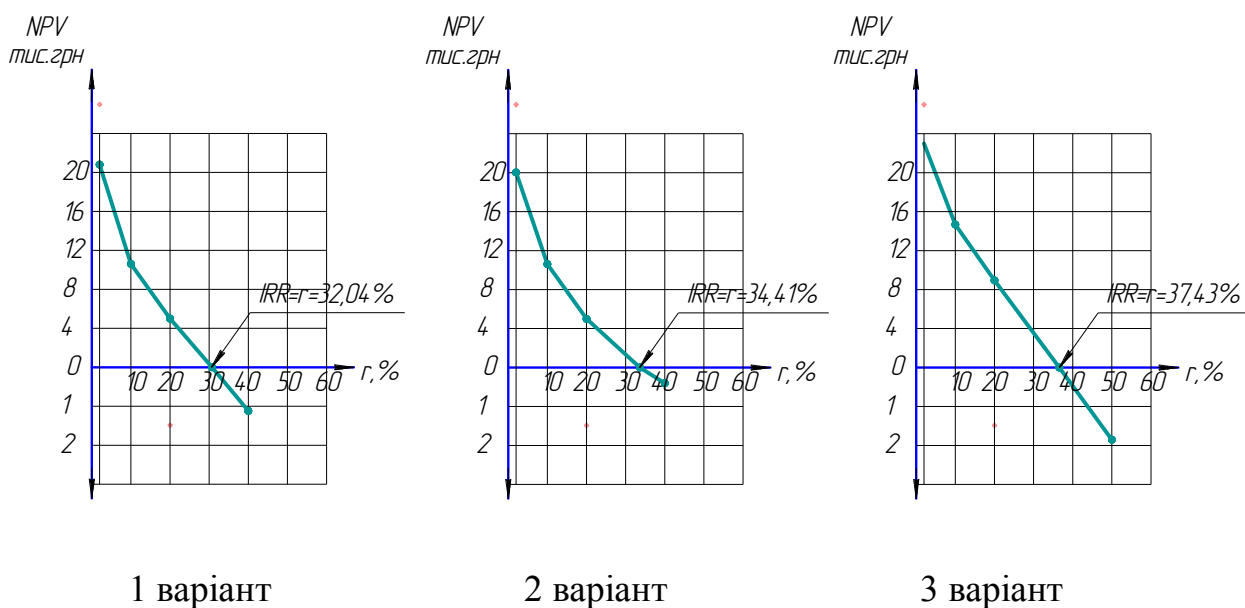


Рисунок 3.2 - Графічне визначення IRR

Для I варіанта $O_{\text{рок}}=3$ роки; для II варіанта $O_{\text{рок}}=4$ роки; для III варіанта $O_{\text{рок}}=4$ роки.

Визначення індексу рентабельності:

$$P = \sum \frac{B_t}{(1+r)^t} \cdot \frac{1}{I_H} \quad (3.13)$$

Для I варіанта:

$$P = \left(\frac{10 \cdot 0,74}{(1+32,04)^1} + \frac{20 \cdot 0,55}{(1+32,04)^2} + \frac{40 \cdot 0,41}{(1+32,04)^3} + \frac{30 \cdot 0,3}{(1+32,04)^4} \right) \cdot \frac{1}{100} = 4 \cdot 10^{-3};$$

Для II варіанта:

$$P = \left(\frac{20 \cdot 0,74}{(1+34,41)^1} + \frac{10 \cdot 0,55}{(1+34,41)^2} + \frac{30 \cdot 0,41}{(1+34,41)^3} + \frac{40 \cdot 0,3}{(1+34,41)^4} \right) \cdot \frac{1}{100} = 3,5 \cdot 10^{-3};$$

Для III варіанта:

$$P = \left(\frac{5 \cdot 0,71}{(1 + 37,43)^2} + \frac{30 \cdot 0,51}{(1 + 37,43)^2} + \frac{30 \cdot 0,36}{(1 + 37,43)^2} + \frac{35 \cdot 0,26}{(1 + 37,43)^2} \right) \cdot \frac{1}{100} = 2,7 \cdot 10^{-3};$$

Визначення коефіцієнта ефективності:

$$K_{\text{эф}} = \frac{\sum \Pi \cdot 0,75}{0,5 \cdot I_H} \quad (3.14)$$

Для всіх варіантів $K_{\text{эф}}$ буде однаковий і дорівнює:

$$K_{\text{эф}} = \frac{13,6 \cdot 0,75}{0,5 \cdot 100} = 0,204$$

Розраховані кількісні показники ефективності інвестиційних проєктів представлені в таблиці 3.8

Таблиця 3.8 - Зведена таблиця показників ефективності проєктів

Показник	Варіант I	Варіант II	Варіант III
B_t/C_t	1,27	1,27	1,27
NPV, тис. грн.	0,763	1,483	1,779
IRR, %	32,04	34,41	37,43
$O_{\text{лет}}$	3	4	4
$K_{\text{эф}}$	0,204	0,204	0,204

Аналіз отриманих результатів дозволяє зробити наступні висновки:

- по показнику NPV кращим є III;
- по показнику IRR процентної ставки банку, при якій відсоток буде вигідний, є III варіант.

Для кращого варіанту, яким було прийнято III варіант обрахуємо точку беззбитковості та приведемо її графічне зображення (рисунок 3.3).

$$N_{\text{об}} = \frac{I_{\text{нв}}}{B - a} \quad (3.15)$$

де $I_{\text{нв}}$ – сума наших інвестицій;

B - вартість впровадження САПР;

a - коефіцієнт постійних витрат;

$$N_{\text{об}} = \frac{100}{67 - 62} = 20 \text{ тис. / рік}$$

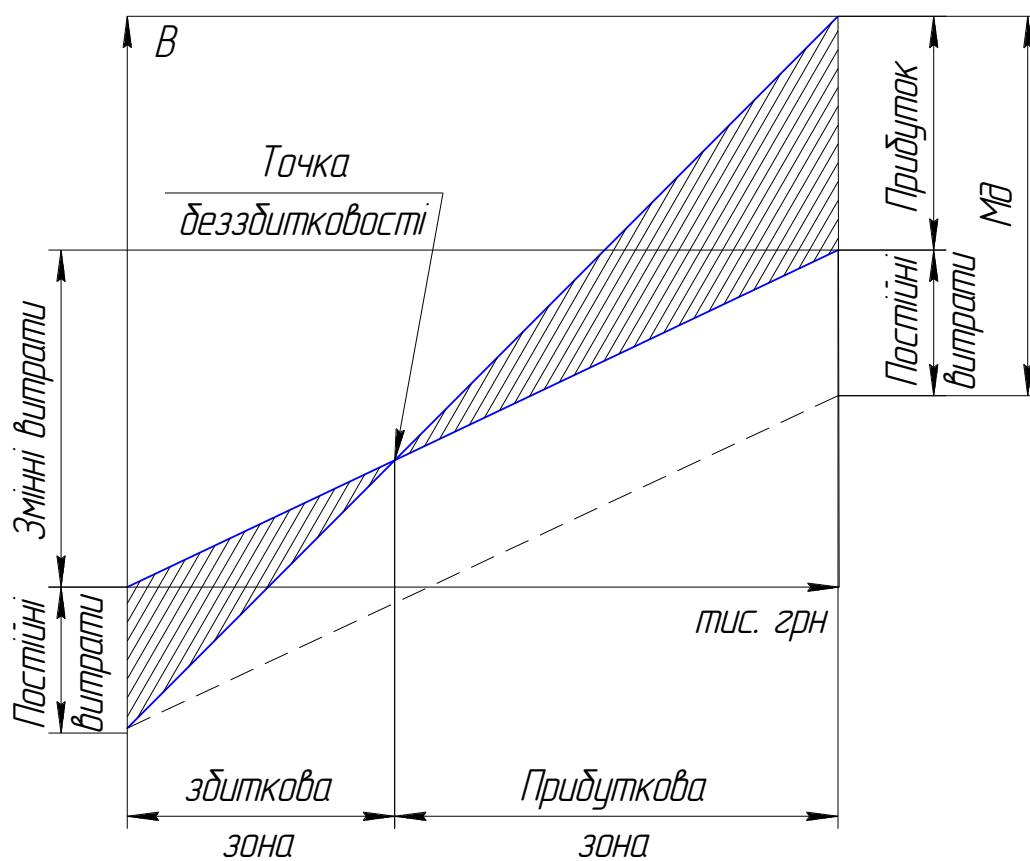


Рисунок 3.3 - Графічне зображення точки безбитковості

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Загальні питання охорони праці й навколишнього середовища

Охорона праці - система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини в процесі праці [1].

Дослідницькі роботи і розрахунки проводилися на персональному комп'ютері, після чого рекомендації будуть дані виготовлювачам інструмента. Лабораторія оснащена універсальним та спеціальним обладнанням при цьому можуть виникати наступні небезпечні та шкідливі фактори: підвищений рівень шуму, висока напруга в електричному ланцюзі, нестача природного і штучного освітлення, перевищення припустимої величини дискомфорту, пульсація газорозрядних ламп, електромагнітні поля (ЕМП).

4.2 Промислова санітарія

Відповідно ГОСТ 12.1.005-88 [2] вміст шкідливих речовин у робочій зоні регламентується величиною ГДК.

При визначенні оптимальних характеристик шліфувальних кіл на етапі їхньої експлуатації в комп'ютернім середі шкідливих речовин у робочій зоні немає.

Оскільки робота оператора ЕОМ характеризується напруженою розумовою працею, те відповідно ГОСТ 12.1.005-88[2] повинні забезпечуватися параметри мікроклімату, наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Параметри мікроклімату на робочому місці.

Період року	Категорія роботи	Температура, °С	Відносна вологість,	Швидкість руху повітря,
Холодний	Легка – 1б	21 -23	40-60	0,1
Теплий		22 - 24	40-60	0,2

Для того щоб фактичні параметри мікроклімату відповідали необхідним значенням параметрів мікроклімату, згідно СНиП 2.04.05-91* у приміщенні використовується в теплий період року кондиціонер БК -1500, а в зимовий час - система опалення від центральної тепломережі.

Вентиляція.

Підтримка на заданому рівні показників визначальний мікроклімат у приміщенні і чистоту повітряного середовища здійснюється за допомогою вентиляції. У приміщенні лабораторії в теплий період року передбачається природна вентиляція - аерація. У холодну й перехідну пору року для запобігання проникання холодного повітря на вікнах передбачені повітряно-теплові завіси.

Опалення.

Ціль опалення приміщення - підтримка в них у холодну пору року заданої температури повітря.

Опалення в лабораторії організовано у відповідності зі СНиП 2.04.05-91* [3]. Застосовують парову й повітряну системи опалення. Як нагрівальні прилади використовуються радіатори, ребристі труби.

4.3 Виробниче освітлення

Відповідно до ДБН В.2.5-28-2006 [4] у приміщенні використовуються природне бічне й штучне загальне освітлення.

Правильно організоване освітлення робочих місць сприяє підвищенню продуктивності праці. Незадовільне освітлення змушує робітників близько нахилитися до робочих поверхонь, що може спричинити погіршення зору робітника.

Припустимі норми освітленості приміщення наведені в таблиці 4.2 відповідно ДБН В.2.5-28-2006 [4].

Таблиця 4.2 - Припустимі норми освітлення для роботи в лабораторії

Характеристика зорових робіт	Найменший розмір об'єкта розпізнавання, мм	Розряд та підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розпізнавання з фоном	Характеристика фона	Освітленість при штучному освітленні, Лк	КЕО, E_n при природному бічному освітленні
Високої точності	від 0,3 до 0,5	III г	Середній	Світлий	200	2

Для освітлення робочого місця використовуються світильники розсіяного світла типу ЛСП 02.

Зробимо розрахунок природного освітлення лабораторії.

Вихідні дані: довжина приміщення: $A = 4$ м;

глибина приміщення: $B = 5$ м;

висота приміщення: $H = 2,5$ м;

висота верху вікна над робочою поверхнею: $h = 2$ м.

Нормоване значення КЕО для будинків, розташованих в IV поясі світлового клімату, визначається по формулі :

$$e_n^{IV} = e_n^{III} \cdot m \cdot c, \quad (4.1)$$

де e_n^{III} - значення коефіцієнта КЕО для будинків, розташованих в III поясі світлового клімату;

m - коефіцієнт світлового клімату;

c - коефіцієнт сонячності клімату.

Підставляючи даного значення у формулу, отримуємо:

$$e_n^{IV} = 2,0 \cdot 0,9 \cdot 0,95 = 1,71 \text{ \%}.$$

Необхідну сумарну площу S_0 вікон залежно від площі підлоги приміщення, що забезпечує нормоване значення коефіцієнта природної освітленості, приблизно визначають по формулі :

$$S_0 = \left(\frac{e_n^{IV} \cdot \eta_e \cdot \kappa_3 \cdot S_n}{\tau_{зк} \cdot r_1 \cdot 100} \right) \cdot K_{\delta y \delta}, \quad (4.2)$$

де η_e - світлова характеристика вікна, $\eta_e = 15$;

κ_3 - коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в процесі експлуатації заскління, $\kappa_3 = 1,2$;

$K_{\delta y \delta}$ - коефіцієнт, що враховує затемнення вікон конфронтуючими будинками, $K_{\delta y \delta} = 1,2$;

S_n - площа підлоги приміщення, $S_n = A \cdot B = 4 \cdot 5 = 20 \text{ м}^2$;

r_1 - коефіцієнт, що враховує вплив відбитого світла при бічному освітленні, $r_1 = 4,6$;

$\tau_{зк}$ - загальний коефіцієнт світлопропускання, $\tau_{зк}$ розраховується по формулі:

$$\tau_{зк} = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 = 0,8 \cdot 0,75 \cdot 1,0 \cdot 0,8 = 0,48, \quad (4.3)$$

де τ_1 - коефіцієнт, що враховує вид світлопропускаючого матеріалу, $\tau_1 = 0,8$;

τ_2 - коефіцієнт, що враховує вид сплетення, $\tau_2 = 0,75$;

τ_3 - коефіцієнт, що враховує вид покриття конструкцій, $\tau_3 = 1$;

τ_4 - коефіцієнт, що враховує втрати світла в сонцезахисні пристроях, $\tau_4 = 0,8$.

Визначимо необхідну площу закління для даного приміщення:

$$S_{O \text{ розр}} = \left(\frac{1,71 \cdot 15 \cdot 1,2 \cdot 20}{0,48 \cdot 4,6 \cdot 100} \right) \cdot 1 = 2,8 \text{ м}^2.$$

Визначимо фактичну площу вікон по формулі (7.4):

$$S_{O \text{ факт}} = h \cdot g \cdot n = 2 \cdot 1,5 \cdot 2 = 6 \text{ м}^2 \quad (4.4)$$

де h – висота вікна, $h = 2$ м;

g - ширина вікна, $g = 1,5$ м;

n - кількість вікон, $n = 2$.

За допомогою проведених розрахунків встановлено, що фактична площа вікон у даному приміщенні відповідає його потребам, тому що

$$S_{O \text{ факт}} = 6 > S_{O \text{ розр}} = 2,8.$$

4.4 Шум і вібрації

Відповідно до ГОСТ 12.1.003-83* [5] у приміщеннях на робочому місці оператора при рішенні завдань потребує підвищеної концентрації уваги рівні звукового шуму не повинні перевищувати 60 дБА. Джерелами незначного шуму є працюючі кондиціонери, оргтехніка. При впливі шуму

на організм людини виявляються такі явища як неврози, підвищення кров'яного тиску, погіршення біохімічних реакцій в організмі.

Щоб уникнути таких негативних наслідків необхідно застосовувати облицювання стін і стелі звуковбирними матеріалами.

4.5 Випромінювання від екрана ЕОМ

При роботі з ЕОМ на оператора впливає гама, рентгенівське, мікрохвильове, видиме, ультрафіолетове і інфрачервоне випромінювання електронно-променевого трубок моніторів. Рівні цих випромінювань досить низькі й не перевищують чинних норм, згідно ДНАОП 0.00-1.31-99 [6].

Захист від електромагнітного та іонізуючого випромінювання:

- захист відстанню (сидіти від монітора на відстані не менше витягнутої руки;
- захист часом (обмежити тривалість роботи перед екраном до 4 годин);
- не розміщати ВДТ концентроване в робочій зоні;
- заборонено працювати на застарілому обладнанні;
- необхідно дотримувати правила організації робочого місця.

Згідно ДНАОП 0.00-1.31-99 [6] поверхневий електростатичний потенціал відеотерміналу не повинен перевищувати 500 В. Напряга електростатичного поля на робочих місцях, у тому числі і із ВДТ, не повинне перевищувати 20 кВ/м відповідно до ГОСТ 12.1.045-84 [7].

Захист від статичної електрики відбувається за допомогою:

- антистатичних покриттів поля;
- функціонального заземлення монітора для стоку статичної ел-ки;
- зволоження повітря;
- одягу з натуральних тканин;
- іонізаторів повітря.

4.6 Електробезпе́чність

Джерелом живлення ЕОМ є трифазна чотирьох провідна мережа перемінного струму напругою 220 В з глухо заземленою нейтралью й частотою 60 Гц.

По ступеню небезпеки поразки людини електричним струмом приміщення без підвищеної небезпеки, тому що в приміщенні відсутні наступні ознаки, які обумовлюють підвищену небезпеку: вологість, струмопровідний пил, підвищена температура, можливість одночасного дотику людини до металевих частин, які мають з'єднання із землею, корпусом електроустаткування, які можуть опинитися під напругою при пошкодженні ізоляції [8].

Конструктивні заходи безпеки спрямовані на запобігання дотику людини до струмопровідних частин. Для усунення можливості дотику людини до струмопровідних частин використовуються захисні оболонки й ізоляція. Ступінь захисту ізоляції ЕОМ повинна відповідати класу пожежобезпеки П - Па і бути не нижче IP - 44.

4.7 Пожежна безпека

По категоріях вибухо- і пожежонебезпеці приміщення розрахункового відділу належить до категорії В - пожежонебезпечно через тверді горючі матеріали, такі як робочі столи, ізоляція, папір й ін.

Необхідна вогнестійкість будівлі - II, згідно ДБН В.1.1 7-02 [9]. Відповідно ГОСТ 12.1.004-91* [10] пожежна безпека забезпечується:

системою запобігання пожеж!

системою пожежного захисту;

організаційними заходами щодо пожежної безпеки.

У системі запобігання пожеж передбачено:

запобігання утворення горючого середовища;

запобігання утворення в горючому середовищі джерел запалення.

З метою зниження небезпеки утворення горючого середовища забороняється зберігання поблизу ЕОМ дискет, паперу, книг. Електричні розетки необхідно монтувати на тугоплавких, незаймистих пластинах. Причинами займання стають несправність електроустаткування, порушення ізоляції, коротке замикання в електричному ланцюзі, перегрів проводів, іскра.

При виборі засобів гасіння пожежі з метою забезпечення безпеки людини від можливості поразки електричним струмом у приміщенні передбачене використання вуглекислого вогнегасника ОУ-2. Вогнегасники знаходяться на виднім й доступнім місці. Передбачено пожежну сигналізацію.

Організаційними заходами протипожежної профілактики є:

навчання виробничого персоналу протипожежним правилам.

видача необхідних інструкцій, плакатів, засобів наочної агітації, планів евакуації персоналу у випадку пожежі.

При виникненні пожежі передбачена можливість повідомлення в пожежну охорону по телефону або за допомогою сигналізації.

4.8 Охорона навколишнього середовища

Закон України «Про охорону навколишнього середовища» [11] обумовлює правові, економічні, соціальні основи охорони навколишнього середовища. Завдання закону складається в регулюванні стосунків в галузі охорони природи, використанні й відновленні природних ресурсів, забезпеченні й ліквідації наслідків негативного впливу на навколишнє середовище господарчої й іншої діяльності людини, збереження природних ресурсів, генетичного фонду нації, ландшафтів й інших природних об'єктів.

При масовому використанні комп'ютерів і моніторів не можливо не враховувати їхній вплив на навколишнє середовище на всіх стадіях при виготовленні, експлуатації й після закінчення їхнього терміну служби. Сьогодні діють екологічні стандарти, що обумовлюють вимоги до технології виготовлення й використовуваних матеріалів у конкретних пристроях. Вони не повинні містити фреонів, хлоридів, бромідів.

У стандартах ТСО'99 закладене обмеження по кадмію у світлочутливому шарі екрана монітора й ртуті в батарейках. Апарати, тара й документація повинні проходити не токсичну переробку після використання.

Міжнародні стандарти містять вимоги зниженого енергоспоживання й обмеження припустимих рівнів потужності, споживаних у неактивному режимі [12].

Робота на ПК типу IBM PC/AT не заподіює шкідливого впливу на навколишнє середовище. Після закінчення терміну служби він повністю підлягає вторинній переробці.

Крім того, у розрахунковому відділі збираються й накопичуються такі відходи як зношені й відпрацьовані деталі, відходи паперів, люмінесцентні лампи. Всі ці відходи здаються в господарський блок, що займається їхньою утилізацією.

5 ЦИВІЛЬНА ОБОРОНА

Планування цивільного захисту об'єкта — це розроблення сукупності документів, у яких визначені сили і засоби, порядок і послідовність дій з метою забезпечення захисту населення, виробництва, а також виконання завдань вищих органів, пов'язаних із поданням допомоги населенню інших об'єктів і міст [2].

Ці документи, розроблені з урахуванням реальних можливостей і умов об'єкта, є настановою для організованих дій як з метою підготовки об'єкта до захисту в надзвичайних умовах, так із метою ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій (стихійних лих, виробничих аварій і вогнищ воєнних конфліктів).

На об'єкті мають бути розроблені два плани: на воєнний та мирний час.

План цивільного захисту на воєнний час — це документи, які визначають організацію і порядок переведення об'єкта з мирного на воєнний час і ведення цивільного захисту в початковий період війни.

План цивільного захисту на мирний час — це документи, які визначають організацію і порядок виконання заходів цивільного захисту з метою запобігання або зменшення можливих втрат від важких виробничих аварій, катастроф, і стихійних лих, а також ведення рятувальних та інших невідкладних робіт при їх виникненні.

Як вихідні документи, що будуть використані при розробці документів плану цивільного захисту об'єкта, необхідні: директивні документи Президента, Верховної Ради, Уряду України та МНС; витяг із рішення керівника цивільного захисту району про організацію і ведення цивільного захисту на території району, дані про кількість формувань, їх особовий склад, які потрібно створити на даному об'єкті; витяг із плану прийому і розміщення евакуйованого населення; витяг із наряду райвійськкомату на

постачання техніки у збройні сили у зв'язку з мобілізацією; окремі розпорядження керівника цивільного захисту району (наряд для виконання спеціальних завдань та ін.); документи, які характеризують господарство і населений пункт.

Реальність розроблених планів ЦЗ буде залежати від повноти вихідних даних, наявності сил і засобів, правильного обліку всіх можливостей об'єкта. Плани ЦЗ об'єкта розробляють його керівники, спеціалісти і орган управління ЦЗ. Розробляючи заходи служб (формувань) ЦЗ об'єкта, ряд питань необхідно узгоджувати з відповідними районними службами ЦЗ, районним відділом з питань НС та цивільного захисту населення.

Розробка плану відбувається у три етапи в певній послідовності [2]. Перший етап — підготовчий, протягом якого визначається склад виконавців і затвердження їх, підготовка виконавців до роботи, доведення до них директив, рекомендацій та інших документів, узагальнення й аналіз вихідних даних, необхідних для розробки плану ЦЗ, визначення обсягу робіт і розподіл обов'язків між виконавцями та закріплення відповідальних за розділами плану.

Для планування, підготовки і проведення заходів евакуації має бути підготовлена інформація по об'єкту ЦЗ.

Планування евакуації має передбачати виникнення найбільш несприятливих ситуацій під час підготовки і проведення евакуації: відсутність відповідних керівників, транспорту, електрозабезпечення, погані погодні умови, аварія на дорозі, паніка серед людей та ін.

Другий етап — практична розробка, оформлення документів. Заходи, які плануються в документах плану, мають бути спрямовані на виконання завдань ЦЗ в надзвичайних ситуаціях.

У документах плану визначають заходи, які потрібно виконати в мирний час, при загрозі виникнення надзвичайних ситуацій, несподіваному нападі противника, стихійних лихах, виробничих аваріях, катастрофах і

при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, проведенні рятувальних та інших невідкладних робіт, а також характер і порядок дій формувань, зміст і обсяг робіт, строки виконання заходів з урахуванням конкретних умов і можливостей даного об'єкта,

Третій етап - узгодження розроблених планів із відділом ЦЗ району, з районним агропромисловим управлінням, адміністрацією населеного пункту, службами ЦЗ району, після цього затвердження документів плану ЦЗ. Документи плану ЦЗ підписує керівник - ЦЗ об'єкта, деякі (план евакуації, прийому і розміщення евакуйованого) підписує і начальник ЦЗ голова адміністрації населеного пункту. Зміст плану ЦЗ об'єкту узгоджується з вимогами плану ЦЗ району, що підтверджує начальник відділу з питань цивільного захисту населення району, після чого план ЦЗ затверджує керівник ЦЗ об'єкта.

Структура і зміст плану для забезпечення життєдіяльності в надзвичайних ситуаціях [2].

А. План цивільного захисту на особливий період

План на воєнний час складається з текстової частини і додатків. Текстова частина складається з трьох розділів.

Розділ 1. Оцінка обстановки, що може скластися на об'єкті в результаті дій противника.

Розділ 2. Виконання заходів на об'єкті при планомірному переведенні на особливий період.

Виконання заходів при загрозі нападу противника:

1. Захист працюючих і членів їх сімей:

- а) організація і порядок укриття їх у захисних спорудах;
- б) організація прийому і розміщення евакуйованого населення; порядок оповіщення про початок евакуації населення; порядок, способи і строки доставки людей від пунктів вивантаження, приймальних евакопунктів до місць розселення; організація розміщення евакуйованих для про-

живання; організація працевлаштування, матеріального, медичного та іншого забезпечення.

- в) протирадіаційний і протихімічний захист;
- г) медичний захист.

2. Заходи забезпечення стійкої роботи у воєнний час.

А. Захист сільськогосподарських тварин і продукції тваринництва:

- а) протирадіаційний і протихімічний захист;
- б) організація і проведення евакуації тварин;

Б. Захист сільськогосподарських рослин і продукції рослинництва.

В. Захист і знезаражування продуктів харчування, урожаю, кормів, води і джерел води.

3. Заходи і ведення рятувальних та інших невідкладних робіт.

4. Організація забезпечення заходів ЦЗ.

Основні види забезпечення заходів: розвідка; транспортне, матеріальне і технічне забезпечення; гідрометеорологічна інформація; пожежне забезпечення та забезпечення громадського порядку.

5. Організація управління.

Управління об'єкта включає: організацію повідомлення керівного складу формувань, населення в місцях проживання; час розгортання ПУ, склад обслуги, організація чергувань; організація зв'язку, у тому числі й рухомими засобами з виробничими дільницями, формуваннями, взаємодіючими організаціями; порядок подання донесень.

Розділ 3. Виконання заходів ЦЗ на об'єкті в умовах несподіваного нападу противника.

- 1. Дії за сигналом "Повітряна тривога" (ПТ).
- 2. Дії після нападу противника.

Б. Плав цивільного захисту на мирний час

План складається з текстової частини і додатків. Текстова частина плану складається з двох розділів.

Розділ 1. Висновки з оцінки можливої обстановки на об'єкті при виникненні великих виробничих аварій, катастроф і стихійних лих.

Зміст: перелік можливих великих аварій, катастроф і стихійних лих на даному об'єкті; висновки з оцінки обстановки на об'єкті при виникненні великих виробничих аварій, катастроф і стихійних лих.

Розділ 2. Здійснення заходів при загрозі і виникненні великих виробничих аварій, катастроф і стихійних лих на об'єкті.

1. Заходи при загрозі виникнення великих виробничих аварій, катастроф і стихійних лих.

2. Заходи при виникненні великих виробничих аварій, катастроф і стихійних лих.

3. Організація управління.

На випадок аварії на АЕС важливими заходами є організація управління силами і засобами. Із досвіду аварії на ЧАЕС заходи ЦЗ необхідно планувати у три етапи [2]:

1-й - від початку аварії до трьох діб. У цей час необхідно терміново оцінити обстановку і масштаби проведення першочергових заходів, спрямованих на захист населення і запобігання наслідкам аварії; інформація про аварію; виклик аварійних бригад і формувань ЦЗ; проведення заходів ліквідації наслідків аварії;

2-й - понад 1 добу після аварії; уточнити радіаційну обстановку; вжити додаткові заходи для захисту населення; дозиметричний контроль;

3-й - перехідний від аварійного до нормального стану (коли вжиті всі заходи захисту): уточнюються дози опромінення, ступінь забрудненості РР урожаю, продуктів, води, сировини та ін.

Таким чином, на об'єкті повинно бути розроблено ряд документів, з метою забезпечення захисту населення, виробництва, а також виконання завдань вищих органів, пов'язаних із поданням допомоги населенню інших об'єктів і міст у випадку виникнення надзвичайної ситуації.

6 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

6.1 Методи і способи автоматизації вимірювань

Важливе місце в експериментальних дослідженнях займають вимірювання. Вимірювання - це знаходження фізичної величини дослідним шляхом за допомогою спеціальних технічних засобів. Суть вимірювання складає порівняння вимірюваної величини з відомою величиною, прийнятої за одиницю (еталон).

Теорією і практикою вимірювання займається метрологія - наука про вимірювання, методи і засоби забезпечення їх єдності та способи досягнення необхідної точності.

Найважливіші значення в метрології відводяться стандартам і зразковим засобам вимірювань. До стандартів відносяться засоби вимірювань (або комплекс засобів вимірювань), що забезпечують відтворення і зберігання одиниці з метою передачі її розміру нижчестоящим методи визначення. Еталони виконані за особливою специфікацією. Зразкові засоби вимірювань служать для перевірки по ним робочих (технічних) засобів вимірювання, постійно використовуваних безпосередньо в дослідженнях.

Передача розмірів одиниць від еталонів або зразкових засобів вимірювань робочим засобам здійснюється державними та відомчими метрологічними органами, складовими метрологічну службу, їх діяльність забезпечує єдність вимірювань і одноманітність засобів вимірювань в країні.

Методи вимірювань можна поділити на прямі і непрямі. При прямих вимірюваннях шукану величину встановлюють безпосередньо з досвіду, при непрямих - функціонально від інших величин, визначених прямими вимірюваннями.

Розрізняють також абсолютні і відносні вимірювання. Абсолютні - це прямі вимірювання в одиницях вимірюваної величини; відносні

вимірювання представляють собою відношення вимірюваної величини до однойменної величини, що відіграє роль одиниці або виміри цієї величини по відношенню до однойменної, прийнятої за вихідну.

У дослідженнях застосовуються сукупні і спільні вимірювання. При сукупних вимірюваннях одночасно вимірюються кілька однойменних величин, а шукану величину при цьому знаходять шляхом вирішення системи рівнянь. При спільних вимірах - одночасно проводять вимірювання неоднорідних величин для знаходження залежності між ними.

Виділяється кілька основних методів вимірювання.

Метод безпосередньої оцінки відповідає визначенню значення величини безпосередньо по відліковий пристрій вимірювального приладу прямої дії (наприклад, вимірювання маси на циферблатних вагах). При використанні методу порівняння з мірою вимірювану величину порівнюють з величиною, що відтворюється мірою (наприклад, вимірювання маси на важільних вагах з урівноваживанням гирями). При методі протиставлення здійснюється порівняння з мірою (вимірювана величина і величина, відтворена мірою, одночасно впливають на прилад, за допомогою якого встановлюється співвідношення між цими величинами, як, наприклад, при вимірюванні маси на равноплечних вагах з приміщенням вимірюваної маси та гир на двох протилежних чашках ваг). При диференціальному методі на вимірювальний прилад діє різниця вимірюваної і відомої величини, виробленої мірою (наприклад, вимірювання, що виконуються при перевірці мір довжини порівнянням з зразковою мірою на компараторе). При нульовому методі результуючий ефект впливу величини на прилад доводять до нуля (наприклад, вимірювання електричного опору мостом з повним його урівноваживанням). При методі заміщення вимірювану величину заміщують відомою величиною, що відтворюється мірою (наприклад, зважування з почерговим приміщенням вимірюваної маси та гирі на одну і ту ж чашку ваг). При методі збігів різниця між вимірюваною величиною і ве-

личиною відтворюється мірою вимірюється з використанням збігу позначок шкал або періодичних сигналів. При нульовому методі результуючий ефект впливу величини на прилад доводять до нуля (наприклад, вимірювання електричного опору мостом з повним його урівноваживани-ем). При методі заміщення виміряну величину заміщують відомою величиною, що відтворюється мірою (наприклад, зважування з почерговим приміщенням вимірюваної маси та гирі на одну і ту ж чашку ваг). При методі збігів різниця між вимірюваною величиною і величиною відтворюється мірою вимірюється з використанням збігу позначок шкал або періодичних сигналів. При нульовому методі результуючий ефект впливу величини на прилад доводять до нуля (наприклад, вимірювання електричного опору мостом з повним його урівноваживани-ем). При методі заміщення виміряну величину заміщують відомою величиною, що відтворюється мірою (наприклад, зважування з почерговим приміщенням вимірюваної маси та гирі на одну і ту ж чашку ваг). При методі збігів різниця між вимірюваною величиною і величиною відтворюється мірою вимірюється з використанням збігу позначок шкал або періодичних сигналів. Зважування з почерговим приміщенням вимірюваної маси та гирі на одну і ту ж чашку ваг.

Невід'ємною частиною експериментальних досліджень є засоби вимірювань, тобто сукупність технічних засобів, що мають нормовані похибки, які дають необхідну інформацію для експериментатора. До засобів вимірювань відносять заходи, вимірювальні прилади, установки і системи.

Вимірювальні прилади (відлікові пристрої) характеризуються величиною похибки і точності, стабільністю вимірювань і чутливістю. Похибка засоби вимірювання - одна з найважливіших його характеристик. Вона виникає внаслідок недоброякісних матеріалів, комплектуючих виробів, що застосовуються для приготування приладів; поганої якості виготовлення приладів; незадовільною експлуатації та ін. Істотний вплив роблять позначки на шкалі і періодична перевірка приладів. Крім цих систематичних

похибок виникають випадкові, обумовлені сполученнями різних випадкових чинників - помилками відліку, параллаксом, варіацією і т.д. Таким чином необхідно розглядати не будь-які окремі, а сумарні похибки приладів. Похибки приладів бувають абсолютними і відносними. Сумарні похибки,

Діапазоном вимірювань називають ту частину діапазону показань приладу, для якої встановлені похибки приладу (якщо відомі похибки приладу, то діапазон вимірювань і показань приладу збігається).

Різниця між максимальним і мінімальним показами приладу називають розмахом. Якщо ця величина непостійна, тобто якщо при зворотному ході є збільшення або зменшення ходу, то цю різницю називають варіацією свідчень W . Величина W - це найпростіша характеристика похибки приладу. Іншою характеристикою приладу є його чутливість, тобто здатність відлікує пристрої реагувати на зміни вимірюваної величини. Під порогом чутливості приладу розуміють найменше значення вимірюваної величини, що викликає зміна показання приладу, яке можна зафіксувати.

Основною характеристикою приладу є його точність. Вона характеризується сумарною похибкою. Засоби вимірювання діляться на класи точності. Клас точності - це узагальнена характеристика, що визначається межами основної та додаткових похибок, які впливають на точність.

Стабільність (відтворюваність приладу) - це властивість відлікового пристрою забезпечувати сталість показань однієї і тієї ж величини. Згодом в результаті старіння матеріалів стабільність показань приладів порушується.

Всі засоби вимірювання проходять періодичну перевірку на точність. Така перевірка передбачає визначення і по можливості зменшення похибок приладів. Перевірка дозволяє встановити відповідність даного приладу регламентованій ступеня точності і визначає можливість застосування для даних вимірювань.

6.2 Узагальнення наукової частині

У науково дослідній частині детально розглянуті основні поняття експерименту: завдання, види, тактика і стратегія експериментів; типи, вибір факторів і вимоги до них, а також методи, засоби і способи вимірів.

Експеримент означає дію, спрямовану на створення умов з метою здійснення того чи іншого явища і по можливості найбільш частого, тобто не ускладнювати іншими явищами. Основною метою експерименту є виявлення властивостей досліджуваних об'єктів, перевірка справедливості гіпотез і на цій основі широке і глибоке вивчення теми наукового дослідження.

Для проведення експерименту будь-якого типу необхідно:

- розробити гіпотезу, що підлягає перевірці;
- створити програми експериментальних робіт;
- визначити способи і прийоми втручання в об'єкт дослідження;
- забезпечити умови для здійснення процедури експериментальних робіт;
- визначити способи і прийоми втручання в об'єкт дослідження;
- забезпечити умови для здійснення процедури експериментальних робіт;
- розробити шляхи і прийоми фіксування ходу і результатів експерименту (прилади, установки, моделі і т.п.);
- забезпечити експеримент необхідним обслуговуючим персоналом.

ВИСНОВКИ

В данному дипломному проекті був розроблений технологічний процес виготовлення шестерні, розраховані всі режими різання і норми часу для кожної операції, спроектовано і розраховане на міцність і точність спеціальне верстатне пристосування для зубофрезерних операції.

ЛІТЕРАТУРА

- 1 Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя.- М.: Издательство стандартов, 1992. – 464 с.
- 2 Гибкие производственные системы сборки /П.И. Алексеев, А.Г. Герасимов, Э.П. Давыденко и др.; Под общ. Ред. А.И. Федотова. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1989. – 349 с.
- 3 ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
- 4 ГОСТ 12.1.003-89. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. – Введен 01.07.1989.
- 5 ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. – Введен 01.07.1991.
- 6 ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – Введен 01.01.1989.
- 7 ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. – Введен 01.07.1991.
- 8 ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. – Введен 01.07.1982.
- 9 ГОСТ 12.2.009-80. ССБТ. Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности. – Введен 01.01.1981.
- 10 ГОСТ 12.2.033-78. ССБТ. Органы управления. Общие требования безопасности.
- 11 ГОСТ 12.2.049-80. ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования.
- 12 Замятин В.К. Технология и оснащение сборочного производства машиноприборостроения: Справочник – М.: Машиностроение, 1995. – 608 с.
- 13 Захаров М.В., Тимофеев Ю.В. Розробка технологічних процесів складання: Навч. Посібник. – К.: НМК ВО, 1992. – 152 с.

14. Лоскутов В.В. Шлифовальные станки. – М.: Машиностроение, 1988. – 176 с.

15. Маталин А.А. Технология машиностроения: Учебник для машиностроительных вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты». – Л.: Машиностроение, 1985. – 496 с.

16. Новиков М.П. Основы сборки машин и механизмов. – Л.: Машгиз, 1955. – 507 с.

17. Общемашиностроительные нормативы времени на слесарные работы по ремонту оборудования. – М.: Экономика, 1989. – 235 с.

18. Руденко П.А. Проектирование технологических процессов в машиностроении. – К.: Вища школа. Головное издательство, 1985. – 255 с.

19. Сборка и монтаж изделий машиностроения: Справочник. В 2-х т. Т1 /Ред. Сонет: В.С. Корсаков и др.. – М: Машиностроение, 1983. – 480 с.

20. Сборка и монтаж изделий машиностроения: Справочник. В 2-х т. Т2 /Ред. Сонет: В.С. Корсаков и др.. – М: Машиностроение, 1983. – 360 с.

21. Сизий Ю.А., Сталінський Д.В. Основи наукових досліджень в технології машинобудування. Навч. Посібник. – Х.: УкрДНТЦ «Енергосталь», «Видавництво САГА», 2007. – 212 с.

22. СНиП 2.04.05-92. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Нормы проектирования. – М.: Стройиздат, 1993.

23. СНиП II-4-79. Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования. – М.: Стройиздат, 1979.

24. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т1/ Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1985. – 500 с.

25. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т2/ Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.

ДОДАТОК 1

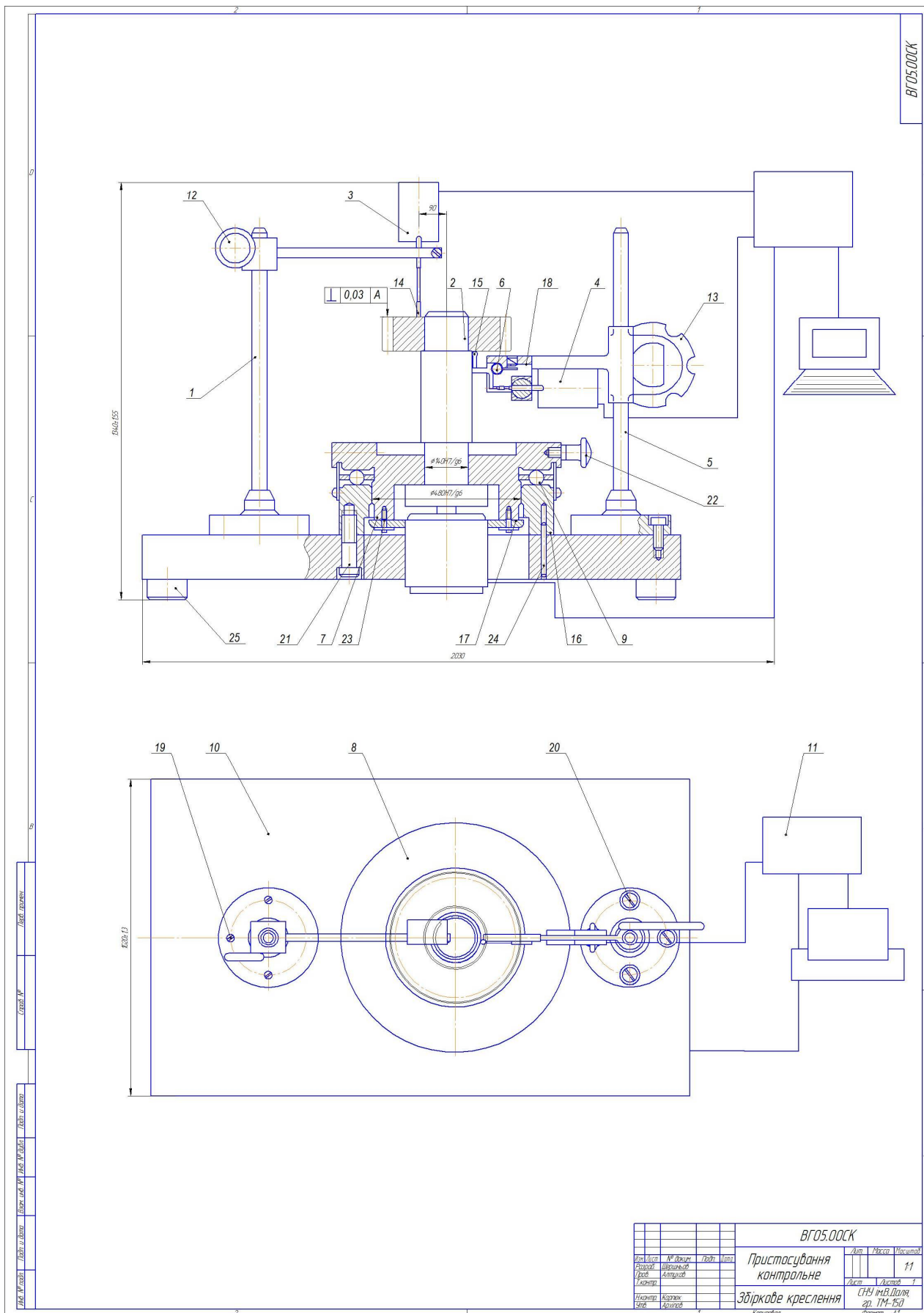
Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №	Перв. примеч.			Документація			
				ВГО5.00 СБ	Складальне креслення		
					Деталі		
			4	ВГО5.04	Індикатор	1	
			5	ВГО5.05	Вісь	1	
			1	ВГО5.01	Штанга	1	
			2	ВГО5.02	Вісь	1	
			3	ВГО5.03	Індикатор	1	
			6	ВГО5.06	Регулятор	1	
			7	ВГО5.07	Корпус	1	
			8	ВГО5.08	Корпус	1	
			10	ВГО5.10	Плита	1	
			11	ВГО5.11	Блок	1	
			13	ВГО5.13	Ползун	1	
			12	ВГО5.12	Регулятор	1	
			9	ВГО5.09	Підшипник	1	
			14	ВГО5.14	Ігла	1	
			15	ВГО5.15	Ігла	1	
			16	ВГО5.16	Втулка	1	
			17	ВГО5.17	Шайба	1	
			18	ВГО5.18	Сухар	1	
	19	ВГО5.19	Гвинт	3			
	20	ВГО5.20	Гвинт	3			
	21	ВГО5.21	Гвинт	2			
ВГО5.00							
Ізм. Лист		№ докум.	Підп.	Дата			
Разроб. Шершнів							
Проб. Алтучков							
Н.контр. Карлюк							
Утв. Архипов							
Контрольне пристосування					Лист	Листов	
					1	2	
					СНУ ім.В.Доля		
					гр. ТМ-150		
					Формат А4		
Копиравал							

ДОДАТОК 2

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
Перв. примен.								
			ШПС 33.00СК	Складальне креслення				
				Деталі				
Справ. №	1		ШПС 33.01	Оправка	2			
	2		ШПС 33.02	Стойка	1			
	3		ШПС 33.03	Чаша	1			
	4		ШПС 33.04	Шайба	1			
Підп. і дата				Стандартні вироби				
	5			Болт 7002-2586 ГОСТ 13152-86	4			
	6			Гайка М36 ГОСТ 5915-70	1			
	7			Гайка М36 ГОСТ 5916-70	1			
	8			Гайка 7003-0306 ГОСТ 8919-69	2			
	9			Шайба 7019-0495 ГОСТ 4087-69	1			
Взам. шк. №								
Підп. і дата								
Інв. № подл.	Ізм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	ШПС 33.00		
	Разр. пр.	Шеринько					Контрольне пристосування	
	Проб.	Алтухов				Лист		Лист
	Н.контр.	Карлюк						1
Утв.	Архипов					СНУ ім.В.Дала, гр. ТМ-15д		
						Формат А4		

Копіював

ДОДАТОК 3



ДОДАТОК 4

