

Міністерство освіти і науки України

Луцький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет транспорту та механічної інженерії

(повне найменування факультету)

Кафедра прикладної механіки та мехатроніки

(повна найменування кафедри)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»**

**ПРОЕКТУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ З РОЗРОБКОЮ ТЕХНОЛОГІЧНОГО
ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ
КОРПУСУ СМІ-ІМС-001**

спеціальність 131 Прикладна механіка
(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Прикладна механіка»
(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи ІМС-21
Самчук Мирослав Ігорович

(підпис)

Керівник:
д.т.н., професор
Марчук Віктор Іванович

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«__» _____ 20__ р.
Гарант освітньої програми:
к.т.н., доцент
Божко Тетяна Євгенівна

(підпис)

Луцьк – 2024 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Транспорту та механічної інженерії
Кафедра Прикладної механіки та мехатроніки
Ступінь вищої освіти: бакалавр
Галузь знань: 13 Механічна інженерія
Спеціальність: 131 Прикладна механіка
Освітня програма: Прикладна механіка

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

_____ Р. Редько

“ _____ ” _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Самчуку Мирославу Ігоровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Проектування ділянки з розробкою технологічного процесу механічної обробки деталі корпусу СМІ-ІМС-001

Керівник роботи: Марчук Віктор Іванович, д.т.н., професор, затверджені наказом закладу вищої освіти від «30» грудня 2023 р., № 461/01-02

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи «01» червня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: технологічна документація, базовий технологічний процес корпусу, програма випуску, креслення деталі корпусу СМІ-ІМС-001, матеріал заготовки

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити)

Реферат. Вступ. 1. Загальна частина. 2. Розробка технологічного процесу обробки деталі. 3. Конструкторська частина. 4. Проектування механічної ділянки. 5. Охорона праці. Висновки. Список використаних джерел. Додатки

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

1. Креслення заготовки – 1 ф. А1; 2. Карта технологічного процесу – 1 ф. А1;
3. Верстатний пристрій – 1 ф. А1; 4. Пристрій для контролю – 1 ф. А1. 5. План ділянки – 1 ф. А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 1.03.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	<i>Вступ. Загальна частина.</i>	<i>14.03.24</i>	
2.	<i>Технологічна частина.</i>	<i>10.04.24</i>	
3.	<i>Розрахунково-конструкторська частина</i>	<i>15.04.24</i>	
4.	<i>Проектування механічної ділянки.</i>	<i>20.04.24</i>	
5.	<i>Охорона праці</i>	<i>30.04.24</i>	
6.	<i>Оформлення графічної частини</i>	<i>10.05.24</i>	
7.	<i>Інструментальна перевірка на академічний плагіат</i>	<i>25.05.24</i>	
8.	<i>Представлення роботи до захисту</i>	<i>30.05.24</i>	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Самчук М.І.
(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)

Марчук В.І.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Самчук М.І. Проектування дільниці з розробкою технологічного процесу механічної обробки деталі корпусу СМІ-ІМС-001. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Прикладна механіка» спеціальності 131 Прикладна механіка. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2024.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків (згідно структури кваліфікаційної роботи, затвердженої кафедрою).

В пояснювальній записці в загальній частині розглянуті питання аналізу виробу, його призначення, характеристика можливого виробництва, аналіз застосування технічних засобів, вибрано метод отримано заготовки. У технологічній частині розроблено технологічний процес виготовлення даної деталі. Проведені практичні розрахунки режимів різання, норм технічного часу, на базі яких розроблені операційні карти технологічного налагодження. У конструкторському розділі розроблено, розраховано і дано опис верстатного пристрою для обробки заданої деталі, контрольного пристрою, спеціального ріжучого інструменту. На основі вище вказаних розробок у розділі проектування механічної дільниці проведені необхідні розрахунки і пояснення, на базі яких спроектовано план механічної дільниці обробки заданої деталі. Розглянуті питання охорони праці, а також проведені відповідні висновки.

Ключові слова: технологічний процес, заготовка, деталь, режими різання, технологічна оснастка, механічна дільниця, небезпечні та шкідливі фактори.

ABSTRACT

Samchuk M.I. Design of the site with the development of the technological process of mechanical processing of the part CMI-IMC-001. Manuscript.

Bachelor's qualification work of OP "Applied Mechanics" specialty 131 Applied Mechanics. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2024.

The bachelor's qualification work consists of an introduction, 5 chapters, conclusions, a list of used sources, appendices (according to the structure of the qualification work approved by the department).

In the explanatory note, in the general part, the issues of product analysis, its purpose, characteristics of possible production, analysis of the use of technical means are considered, the method of obtaining blanks is selected. In the technological part, the technological process of manufacturing this part has been developed. Practical calculations of cutting modes, technical time norms were carried out, on the basis of which operational maps of technological adjustment were developed. In the design section, a machine tool for processing a given part, a control device, a special cutting tool is developed, calculated and described. On the basis of the above-mentioned developments, the necessary calculations and explanations were carried out in the design section of the mechanical section, on the basis of which the plan of the mechanical section for the processing of the given part was designed. Issues of labor protection were considered, as well as relevant conclusions were drawn.

Key words: technological process, work piece, part, cutting modes, technological equipment, mechanical department, dangerous and harmful factors.

Динаміка, рух об'єктів, які відрізняються від руху, далі поділяються на дві галузі, кінематику та динаміку. Для класичної механіки кінематика - це аналіз часу, швидкості, переміщення та прискорення рухомих об'єктів. Динаміка полягає у вивченні руху тіла через лінзи ефектів сили та маси. У контексті динаміки рідин гідродинаміка пов'язана з різними потоками та описом руху рідини.

У даній бакалаврській роботі проводиться перехід від теоретичних методів і аналізів до розрахунків конкретних технологічних операцій з розробленням креслень та технологічної документації.

					030Б - 24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Службове призначення і характеристика об'єкта виробництва

Деталь „Корпус СМІ-ІМС-001” є складовою частиною вузла 3М0001.00012 і є одним із вузлів заднього моста автобуса. Ці деталі служать для підтримки рами та передачі вертикального навантаження від них на колеса.

У цю складову частину входять півосі для передавання крутного моменту від шестерні диференціалу до колеса. Піввісь розвантажена від дії сил за рахунок встановлення маточини колеса на підшипниках балки моста, що і сприймає навантаження.

Деталі, які складаються, повинні бути чистими без забоїв і задирок, робочі поверхні усіх складових не повинні бути замавлені, набір регульованих шайб розтискного кулака не повинен мати зазор більше 1 мм. При встановленні колодок робочі поверхні осей і шийки повинні бути змащені мастилом ЛІТОЛ-24, не допускається нанесення мастила на опорні поверхні колодок гальма.

По закінченні регулювання необхідно затягнути контргайку до відмови довжиною 500 мм. При складанні підшипники мають бути змащені.

Відповідно до службового призначення деталі „Корпус СМІ-ІМС-001” ставляться жорсткі вимоги до поверхні, яка контактує з кільцями підшипника, характеристика цієї поверхні R_a 2,5. Радіальне биття при цьому має бути не більше 0,12 мм, допуск на виготовлення поверхні до 0,040 мм. Всі решта поверхонь деталі будуть оброблятися 14-м квалітетом точності, із шорсткістю $R_a=12,5$.

1.2 Вибір способу отримання заготовки

У цьому розділі враховуємо розміри, масу, конфігурацію, матеріал заготовки, програму випуску деталей, точність та шорсткість, якість її поверхні. Також звертається увага на час, який буде відведений на технологічну

					030Б – 24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

підготовку виробництва та наявність відповідного технологічного та технічного обладнання.

Це все проводимо у порівнянні з вартістю встановленої для різних способів отримання. Деталь „Корпус СМІ-ІМС-001” виготовляється із високоміцного чавуну ВЧ40, тому заготовку можемо отримати литтям:

- в пісчано-глиняній формі;
- за литими моделями.

Розрахунок вартості заготовок проводиться по формулі:

$$S_{за.} = \frac{C_i}{1000} (Q \cdot R_T \cdot R_c \cdot R_6 \cdot R_m \cdot R_n) - (Q - q) \frac{S_{від}}{1000}$$

де C_i – базова вартість чавуну;

Q – маса заготовки в кг.

K_T - коефіцієнт, що залежить від класу точності прийнятого способу одержання заготовки;

K_c - коефіцієнт, що вказує на ступінь складності заготовки;

K_6 – коефіцієнт маси заготовки;

K_m – коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу;

K_n – коефіцієнт, що залежить від програми випуску;

q – маса деталі в кг.

$S_{від}$ – вартість однієї тони відходів;

Для порівняння двох способів складаємо таблицю 1.1

Таблиця 1.1 - Порівняльна таблиця способів отримання заготовки

					030Б – 24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

№ п/п	Показник	Спосіб одержання	
		пісчано-глиняста форма	за литими моделями
1	q, кг.	23	23
2	марка матеріалу	13440	13440
3	C, грн.	7600	7600
4	Q, кг.	28	27,5
5	S від, грн.	80	80
6	R _T	1,05	1,10
7	R _c	1,45	1,54
8	K _B	0,8	0,98
9	K _M	1,24	1,45
10	K _n	0,52	0,83
11	Вартість заготовки, грн	124,3	187,9

1.3 Вибір методу обробки поверхонь

Різні поверхні деталі „Корпус СМІ-ІМС-001” виконують різні функції, тому вимоги до них є найрізноманітнішими: за шорсткістю, точністю, твердістю, тощо. Правильність встановлення методів обробки визначається при витримуванні умови $E_p \leq \prod_1^n E_i$:

$$\prod_1^n E_i = E_1 \cdot E_2 \cdot E_3 \cdot \dots \cdot E_n,$$

де E_p – розрахунковий коефіцієнт уточнення;

n – число ступенів оброблення;

E_i – окремі відповідні ступені коефіцієнта уточнення

$$E_1 = T_1/T_2; \quad E_2 = T_2/T_3; \quad E_3 = T_3/T_4;$$

де T_1, T_n – допуск на виготовлення даного технологічного переходу

$$E_p = T_{заг}/T_{дет},$$

де $T_{заг}$ – допуск заготовки;

$T_{дет}$ – допуск деталі.

										Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	030Б – 24.00.00.00.000ПЗ					

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4	5	6	7
8	Пов 8 р-р 27 І 14	14	Tg	0,52	$Ep=T_3/Tg$	2,5
	Заготовка	16	T ₃	1,3		
	Точіння чор.	14	T ₈ ¹	0,52	$E=T_3/T_8^1$	2,5
9	Пов 10 Ø 311 5 п 14	14	Tg	0,32	$Ep=T_3/Tg$	10
	Заготовка	16	T ₃	3,2		
	Точ. н/чис.	14	T _g ¹	0,32	$E=T_3/Tg^1$	10
10	Пов 10 Ø 135 І7	7	Tg	0,04	$Ep=T_3/Tg$	62,5
	Заготовка	16	T ₃	2,5		
	Розточ. чорн.	13	T ₁₁	0,72	$E=T_3/T_{12}^1$	3,90
	Розточ. чис.	10	T ₁₁ ²	0,21	$E=T_{11}^1/T_{11}^2$	3,43
	Розточ. тонка	7	T ₁₁ ³	0,04	$E=T_{11}^2/T_{11}^3$	5,25
	Розточ. тонка	7	T ₁₁ ⁴	0,04	$E=T_{11}^3/T_{11}^4$	1
11	Тор. 11 р-р 174 п 13	13	Tg	0,63	$Ep=T_3/Tg$	3,97
	Заготовка	16	T ₃	2,5		
	Тог. чорн.	13	T ₁₃ ¹	0,03	$E=T_3/T_{12}^1$	3,97
12	Тор. 13 р-р 8 І 10	10	Tg	0,58	$Ep=T_3/Tg$	1,55
	Заготовка	16	T ₃	0,9		
	Розточка чорн.	10	T ₁₄ ¹	0,58	$E=T_3/T_{13}^1$	1,55
13	Пов 14 Ø 136 п 11	11	T ₁₄ ¹	0,25	$Ep=T_3/Tg$	10
	Заготовка	16	T ₃	2,5		
	Розточ. чорн.	13	T ₁₄ ¹	0,63	$E=T_3/T_{14}^1$	3,97
	Розточ. тонка	11	T ₁₄ ¹	0,5	$E=T_{14}^1/T_{14}^2$	2,52
14	Пов 15 Ø 298 п 10	10	Tg	0,21	$Ep=T_3/Tg$	15,24
	Заготовка	16	T ₃	3,2		
	Тонк. чист.	10	T ₁₅	0,21	$E=T_3/T_{15}^1$	15,24
15	Тор. 16 р-р 423, 14	14	Tg	0,62	$Ep=T_3/Tg$	2,58
	Заготовка	16	T ₃	1,6		
	Розточ. чорн.	14	T ₁₆ ¹	0,62	$E=T_3/T_{16}^1$	2,58
	Розточ. чорн.	14	T ₁₆ ²	0,62	$E=T_{16}^1/T_{16}^2$	
16	Отв. Ø 20 49	9	Tg	0,052	$Ep=T_3/Tg$	
	Свердління	9	T ₃	0,052	$Ep=T_3/Tg$	
17	Отв. М 1046	6	Tg	0,009	$Ep=T_3/Tg$	4,5
	Свердління	9	T ₁₈ ¹	0,043		
	Нарізка різі	6	T ₁₈ ²	0,009	$E=T_{18}^1/T_{18}$	4,8
18	Отв. Ø 6 Іs 14	14	Tg	0,3	$Ep=T_3/Tg$	
	Свердління	14	T ₃	0,3		
19	Отв. М 16 – М 6	6	Tg	0,011	$Ep=T_3/Tg$	3,9
	Свердління	12	T ₂₀ ¹	0,3		
	Нарізка різі	6	T ₂₂ ²	0,011	$E=T_{20}^1/T_{20}^2$	3,9

										Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	030Б – 24.00.00.00.000ПЗ					

1.4 Визначення типу та організаційної форми виробництва

Тип виробництва визначається рівнем спеціалізації робочих місць, номенклатурою об'єктів виробництва та ще формою переміщення деталей за робочими місцями. Рівень спеціалізації робочих місць – це коефіцієнт закріплення операцій (кількість різних операцій, що виконуються на одному робочому місці протягом місяця).

Коефіцієнт закріплення операцій для групи робочих:

$$K_{з.о.} = K_o / K_{р.м.} = \sum_{i=1}^r O_i / \sum_{i=1}^r c_p ,$$

де K_o – загальна кількість операцій;

$K_{р.м.}$ – загальна кількість робочих місць;

O_i – кількість операцій;

C_p – кількість одиниць техн.обладнання;

$$O_i = \eta_{zn} / \eta_{зф} ,$$

де η_{zn} – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання;

$\eta_{зф}$ – коефіцієнт фактичного завантаження обладнання.

$$\eta_{зф} = C_p / C_{п} ,$$

де $C_{п}$ – кількість робочих місць на кожній операції

$$C_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_g \cdot \eta_{zn}} ,$$

де N – річна програма випуску

$T_{шт}$ – штучний час

F_g – річний фонд часу

$$T_{шт} = \varphi_k \cdot T_o ,$$

де T_o – основний час оброблення по операціях;

φ_k – коефіцієнт.

Дані для розрахунку $T_{шт}$ зводимо в таблиці 2.1 і 2.2.

									Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата					

030Б – 24.00.00.00.000ПЗ

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4	5	6
030	Токарна ЗЦ ПУ	1. Підрізати торець 15 в р-р 174-0,03 2. Розточити пов. 11 до Ø 134+1,0 до довж. 34±0,310 3. Підрізати торець 13 в р-р 8,5±0,36 до Ø 134+1,0 4. Розточити пов. 14 Ø 135+1,0 на вихід 5. Розточити фаску 12 2×45 6. Розточити пов. 11 до Ø 135 ^{-0,028} _{-0,068} 34±0,310 7. Повторити перехід 2, витримуючи р-р 8±0,18, Ø 135 8. Розточити пов. до Ø 136+0,25 на вихід 9. Обточити пов. витримуючи р-р Ø298-0,81	0,000052 ($D^2 - d^2$) = К (195 ² - 132 ²) = 1,07 0,00018 dl = К 134 · 34 = 0,82 0,000052 ($D^2 - d^2$) = К (134 ² - 116 ²) = 0,23 0,00018 dl = К 135 · 72 = 1,75 0,00018 dl = К 135 · 2 = 0,05 0,00018 dl = К 135 · 34 = 0,83 0,00018 dl = К 134 · 34 = 0,82 0,00018 dl = К 136 · 30 = 0,93 0,00018 dl = К 136 · 30 = 0,93 0,00018 dl = К 298 · 10 = 0,29	1,36	1,46 1,12 0,32 2,37 0,07 1,12 1,12 1,13 0,41
			6,71		9,2
040	Токарна ЗЦ ПУ	1. Підрізати торець 3, витримуючи р-р 230-0,42 2. Розточити пов. 7 до Ø 166+1,0 на L = 15 3. Підрізати торець 16 в р-р 42,5±0,31 до Ø 166+1,0 4. Розточити пов. 5 до Ø 148 ^{-0,028} _{-0,068} 5. Підрізати торець 4 в р-р 101-0,87 до Ø 148+1,0 6. Зняти фаски 3×30 7. Зняти фаски 2×45 8. Розточити пов. 7 до Ø	0,000052 ($D^2 - d^2$) = К (193 ² - 136 ²) = 1,112 0,00018 dl = К 166 · 15 = 0,45 0,000037 ($D^2 - d^2$) = К (148 ² - 116 ²) = 0,31 0,00018 dl = К 148 · 30 = 0,8 0,000037 ($D^2 - d^2$) = К (148 ² - 116 ²) = 0,31 0,00017 dl = К 163 · 3 = 0,09 0,00017 dl = К 150 · 2 = 0,05 0,00018 dl = К	1,36	1,38 0,61 0,14 0,43 0,12 0,06 0,62

										Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	030Б – 24.00.00.00.000ПЗ					

		168+1,0 9. Підрізати торець 16 р-р 42±0,3 до 168 ^{-0,028} _{-0,068}	168 · 15 = 0,45 0,000052 (D ² – d ²) = K (168 ² - 160 ²) = 0,176		0,19
		10. Розточити пов. 5 до Ø 150 ^{-0,028} _{-0,068} на вихід	0,00018 dl = K 150 · 30 = 0,81		1,10
		11. Підрізати торець 4 в р-р 172 – 0,03 до Ø 150 ^{-0,028} _{0,068}	0,000052 (D ² – d ²) = K (150 ² - 116 ²) = 0,47		0,64
			4,7		6,39
050	Радіально-свердлувальна	1. Свердлити одночасно 10 отв. Ø 20+0,052 на прохід	0,00052 dl = K 20 · 22 = 0,23	1,01	0,32
060	Радіально-свердлувальна	2. Свердлити одночасно 3 отв. Ø 8,5+0,3	0,00052 dl = K 85 · 27 = 0,23	1,41	0,16
070	Радіально-свердлувальна	3. Свердлити одночасно 5 отв. Ø 6+0,3	0,00052 dl = K 6 · 37 = 0,12	1,41	0,16
080	Радіально-свердлувальна	4. Свердлити одночасно 12 отв. Ø 14,1+0,3 в р-р 36±0,310	0,00052 dl = K 14,1 · 36 = 0,26	1,41	0,37
			0,26		0,31
090	Радіально-свердлувальна	5. Нарізання різі М 16-64 в 12 отв. Ø 14,1 на глибину 30+30	0,00052 dl = K 16 · 30 = 0,192		0,27
100	Радіально-свердлил.	6. Нарізати різі М 10-64 в 3 отв. Ø 8,5 на вихід	0,0004 dl = K 10 · 27 = 0,103		0,15
			РАЗОМ:		35,73

Таблиця 1.4 - Таблиця для розрахунку типу виробництва

№ п/п	Операція	Назва	Т шт. хв.	Ср шт.	Сп шт.	Ю _{зф}	О ₁
1	010	Токар-револьверна	0,59	7,03	8	0,92	0,86
2	020	Токар-револьверна	6,20	3,46	4	0,90	0,87
3	030	Токарна з ЧПУ	9,12	5,26	6	0,98	0,85
4	040	Токарна з ЧПУ	6,39	3,45	4	0,93	0,87
5	050	Радіально-свердлил.	0,32	0,18	1	0,15	4,17
6	060	Радіально-свердлил.	0,16	0,09	1	0,07	8,33

					030Б – 24.00.00.00.000ПЗ			Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата				

Продовження таблиці 1.4

	2	3	4	5	6	7	8
7	070	Радіально-свердлил.	0,16	0,08	1	0,08	8,33
8	080	Радіально-свердлил.	0,37	0,90	1	0,16	3,75
9	090	Радіально-свердлил.	0,87	0,12	1	0,18	5
10.	100	Радіально-свердлил.	0,15	0,07	1	0,118	9,37
		ВСЬОГО:	35,73	19,99	22	-	42,4

Приклад розрахунку на 010 операцію

$$Cp = \frac{50000 \cdot 3,14}{60 \cdot 4055 \cdot 0,75} = 7,03 \text{ шт.}$$

Приймаю $Cn = 8$ шт.

$$D_{3\varphi} = \frac{Cp}{Cn} = \frac{7,03}{8} = 0,87$$

$$O_1 = \frac{\eta_{3H}}{\eta_{3\Phi}} = \frac{0,75}{0,87} = 0,86$$

$$K_{30} = \frac{\sum_{i=1}^r O_1}{\sum_{i=1}^r Cp} = \frac{42,4}{19,99} = 2,12$$

Приймаємо великосерійний тип виробництва.

Визначимо тах випуску продукції

$$r = \frac{60 \cdot Fg}{N} = \frac{60 \cdot 4150}{50000} = 2,49 \text{ хв.}$$

Потокова форма характеризується спеціалізацією робочого місця на виконання певної операції та узгодженням цих операцій ТП на основі тах випуску і розміщення робочих місць.

Виконуємо перевірку можливості використання потокової форми при застосуванні однономенклатурної потокової лінії. Це перевірка можливості завантаження обладнання потокової лінії менше, ніж на 10%.

									Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	030Б – 24.00.00.00.000ПЗ				

Добова програма:

$$Ng = \frac{N}{D} = \frac{50000}{254} = 393,7 \text{ шт.}$$

де D – кількість робочих днів

Добова продуктивність:

$$Qq = \frac{V \cdot Fe \cdot \eta_{3л}}{\frac{V}{\Sigma} T_{ши}}$$

де V – кількість операцій ТП;

F_e – час добової роботи обладнання;

$\eta_{3л}$ – коефіцієнт використання обладнання

$$Qq = \frac{10 \cdot 952 \cdot 0,6}{36,76} = 155,38 \text{ шт./хв.}$$

Оскільки $N_g \geq Q_q$ – то це потокова організаційна форму виробництва.

При збільшенні річної програми випуску „Корпусу СМІ-ІМС-001” до 50 000 штук доцільним буде використання багатошпindelних свердлильних головок (десятишпindelної головки для свердління 10-и отворів діаметром $20^{+0,052}$ мм, трьохшпindelна свердлильна головка для 3-х отворів з нарізанням різі М10, багатошпindelної головки для свердління 12-ти отворів з нарізанням різі М16 і 5-ти отворів діаметром $6^{+0,3}$ мм).

Можна також використати багаторізцеві державки для розточування отворів, а також зробити заміни одних моделей верстатів на інші.

					030Б – 24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Аналіз технологічності конструкції деталі

Метод аналізу конструкції деталі на технологічність є виявлення недоліків по всіх даних. Основним завданням при цьому є зменшення трудомісткості і металоємкості, а також можливості обробки „Корпусу СМІ-ІМС-001” високопродуктивними методами. Чим менша собівартість виготовлення деталі, тим більше вона вважається технологічною. Суть видів і показників технологічності конструкції полягає у використанні уніфікованих складальних одиниць, стандартизованих та нормалізованих деталей, мінімальної кількості оригінальних деталей тощо.

Оцінка технологічності конструкції поділяється на два види: якісна і кількісна. Якісна – це технологічність деталі, яка узагальнена на підставі досліду виконавця і проводиться на всіх стадіях проектування. Кількісна оцінка - це рекомендації ГОСТ 14.201-93 за коефіцієнтами.

Коефіцієнт уніфікації

$$K_{ye} = \frac{Q_{yy}}{Q_e},$$

де Q_{ye} – число уніфікованих типорозмірів конструктивних елементів;

Q_e – число типорозмірів конструктивних елементів;

$$K_{ye} = \frac{30}{46} = 0,65$$

Коефіцієнт використання матеріалу

$$K_m = \frac{m}{M},$$

де m – маса деталі (кг);

M – маса заготовки (кг).

$$K_m = \frac{23}{28} = 0,79$$

					030Б – 24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Коефіцієнт точності обробки

$$K_m = 1 - \frac{1}{A_m},$$

де A_m – середній квалітет обробки поверхні

$$A_m = \frac{n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots + 19n_{19}}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_{19}},$$

де n – кількість поверхонь з i -тим квалітетом обробки

$$A_m = \frac{6 \cdot 15 + 7 \cdot 2 + 8 \cdot 1 + 9 \cdot 10 + 10 \cdot 3 + 11 \cdot 1 + 13 \cdot 2 + 14 \cdot 12}{15 + 2 + 1 + 10 + 3 + 1 + 2 + 12} = 9,5$$

$$K_r = 1 - \frac{1}{9,5} = 0,894 \quad K_r > 0,8$$

Коефіцієнт шорсткості поверхонь деталі

$$K_u = \frac{1}{B_u},$$

$$B_u = \frac{0,01 \cdot n_{0,01} + 0,02 \cdot n_{0,02} + \dots + 80n_{80}}{n_{0,01} + n_{0,02} + \dots + n_{80}}$$

$$B_u = \frac{2,5 \cdot 15 + 6,3 \cdot 1 + 10 \cdot 4 + 12,5 \cdot 18 + 20 \cdot 8}{15 + 1 + 4 + 18 + 8} = 10,19$$

$$K_u = \frac{1}{10,19} = 0,098 \quad K_u < 0,36$$

Дані її заносимо в таблицю 2.1 для зручності розрахунку показників технологічності деталі.

Таблиця 2.1 - Дані для розрахунку показників технологічності

№ п/п	Констр. Елемент деталі	К-сть однотипних елементів		К-сть уніфікованих пов.		Квалітет		Шорсткість	
		добова	модифік.	добова	модифік.	добова	модифік.	добова	модифік.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
1	Пов. 1 Ø 371	1	1	0	0	14	14	20	20
2	Тор. 2	1	1	0	0	14	14	10	10
3	Тор. 3	1	1	0	0	13	14	12,5	12,5
4	Тор.4	1	1	0	0	13	14	2,5	2,5
5	Пов. 5 Ø 150	1	1	0	0	7	7	2,5	2,5
6	Пов. 6 Ø 160	1	1	0	0	14	14	12,5	12,5

					030Б – 24.00.00.00.000ПЗ				Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата					

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7	Пов. 8 Ø 186	1	1	0	0	9	9	2,5	2,5
8	Тор. 827-0,5	1	1	0	0	14	14	10	10
9	Пов.11 Ø135	1	1	0	0	7	7	2,5	2,5
10	Торець 12	1	1	0	0	13	14	10	10
11	Торець 13	1	1	0	0	10	10	2,5	2,5
12	Поверх. 14	1	1	0	0	11	11	2,5	2,5
13	Пов.15 Ø298	1	1	0	0	10	10	10	10
14	Торець 16	1	1	0	0	14	14	20	20
15	10 отв. Ø 20	10	10	10	10	9	9	2,5	2,5
16	3 отв. Ø 10	3	10	3	3	6	6	12,5	12,5
17	5 отв. Ø 6	5	5	5	5	14	14	20	20
18	12 отв. Ø 16	12	12	12	12	6	6	12,5	12,5

Деталь технологічна за шорсткістю поверхонь, за точністю виготовлення, за використанням матеріалу, а нетехнологічна за кількістю уніфікованих елементів.

2.2 Вибір технологічних баз

Основні положення, що стосуються класифікації та теорії базування для вибору технологічних баз, ґрунтуються на рекомендаціях ГОСТ 21495-96. Вихідні дані – робоче креслення деталі, ТУ на виготовлення, вид заготовки та стан її поверхонь.

При базуванні заготовки необхідно:

$$T_{\text{дет.}} \geq T_{\text{розр.}},$$

де $T_{\text{дет.}}$ - величина допуску;

$T_{\text{розр.}}$ – розрахунковий допуск на даний розріз.

$$T_{\text{розр.}} = W_{\text{тс}} + E_y,$$

де $W_{\text{тс}}$ – точність технологічної системи;

E_y – похибка установлення заготовки.

$$E_y = \sqrt{E_b^2 + E_z^2 + E_{np}^2},$$

де E_b – похибка базування;

										Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	030Б – 24.00.00.00.000ПЗ					

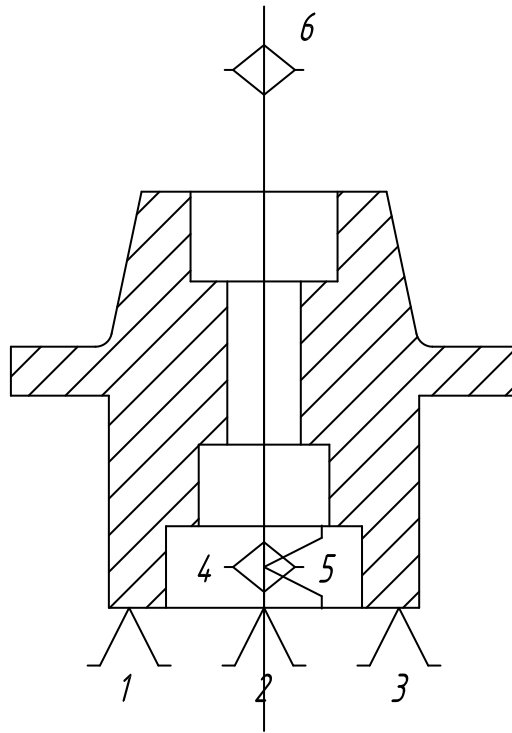


Рисунок 2.2 - Базування в призмі

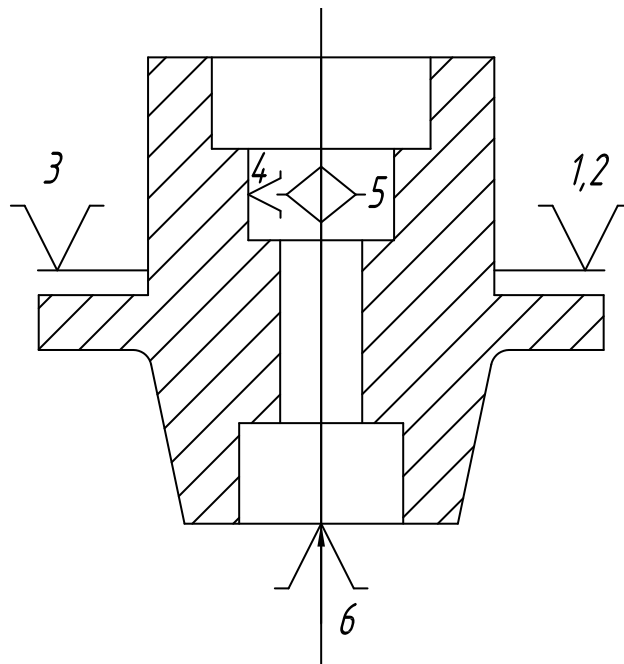


Рисунок 2.3 - Базування на пальці

Оскільки допуск на виготовлення даної поверхні складає 0,30 мм:

E_z приймаємо рівною 0,014 мм.

W_{mc} приймаєм рівною 0,021 мм.

$$E_y = \sqrt{0,048^2 + 0,014^2 + 0,075^2} = 0,054 \text{ мм}$$

									Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	030Б – 24.00.00.00.000ПЗ				

Таблиця 2.2 - Розрахунок припусків і граничних розмірів поверхні Ø371±0,7мм.

Технологічний перехід обробки поверхні Ø 371±0,7	Елемент припуску, мкм		Розрахунок припуску 2Z _{min} , мкм	Розрахунковий розмір d _p , мм	Допуск б, мкм	Гран. діаметр. мм		Гран. знач. припуску мкм	
	Rz	S				d min	d max	Zz гр. min	Zz гр. max
заготовка	600	1010		371,5	3000	371,5	374,5		
обточування чорнове	5050	707	2603	370,3	1400	370,3	371,7	1,2	2,8

Далі проводимо більш укрупнений та зводимо його в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 - Розрахунок припусків

№ п/п	№ операції	Поверхня	Розрахунок	Кінцевий результат
1	2	3	4	5
1	010	Тор. 2 р-р 27 h 14 точ. чорн.	$Z = \min = Rz + F + \sqrt{S^2 + E^2}$ $A_{\min} = A_{i \min} + Z_{e \min} + T_i - 1$ $Z_{t \min} = Z_i - 1_{\min} = (350 + 350 + \sqrt{80^2 + 350^2})$ $= 1059 \text{ мкм} = 1,059 \text{ мм}$ $A_{\min} = 26,48 + 1,054 + 0,52 = 28,059 \text{ мм}$	29,2±1,1
2	010 020 010 020 040	Тор. 3 р-р 230 НЗ Точ. чорн. Точ. чорн. Точ. чорн.	$Z = \min = Rz + F + \sqrt{p^2 + E^2}$ $Z_i - 2_{\min} = 350 + 350 + \sqrt{80^2 + 350^2} = 1,05$ $Z_{1 \min} = 160 + 160 \sqrt{80^2 + 350^2} = 0,619 \text{ мм}$ $A_{\min} = 229,28 + 2,641 + 2,46 = 234,391$	236,2±18
3	010 040 040	Тор. 4 р-р 172 h3 Точ. н/ч Точ. чорн. Точ. тонк.	$A_{i \min} + Z_{\text{осн.}} + Z_{\text{дод.}}$ $171,37 + 4,0 + 0,6 = 172,37$	172,37
4	040	Повер. 5 Ø 150 J7	149,972 - 4,0 = 145,572	145,572
5	020	Тор. 8 р-р 27 Jj 14	26,72 + 2,8 + 0,4 = 29,92	
6	030	Пов. 4 135 J7	134,972 - 4,0 - 0,3 = 130,672	130,672

									Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	030Б – 24.00.00.00.000ПЗ				

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5
7	030	Тор. 12 р-р 174 h 13	$173,37+4,0+0,6=177,97$	177,97
8	030	Тор. 13 р-р 8 Jз 10	$7,71+2,0+0,2=9,91$	9,91
9	030	Пов. 15 р-р Ø298 H10	$297,79+3,0+0,4=302,19$	302,19

На всі інші поверхні призначаємо припуски дослідно-статистичним методом.

Таблиця 2.4 – Припуски і допуски на поверхні

Поверхня	Припуск, мм	Допуск, мм
29.9h9	$2 \cdot 2.0$	± 0.2
$21 \pm \frac{IT10}{2}$	$2 \cdot 0.3$	± 0.1
31H9	$2 \cdot 1.0$	± 0.2
97e7	$2 \cdot 1.3$	± 0.4
Ø109.8e7	$2 \cdot 2.0$	± 0.4
21.5	$2 \cdot 0.3$	± 0.1
14.9	0.5	± 0.1

2.4 Розмірний аналіз технологічного процесу

Розмірний аналіз дозволяє виявити взаємозв'язок „Корпус СМІ-ІМС-001” і його складальних одиниць, що входять в конструкцію машини, а також визначити методи досягнення точності, ще дозволяє проаналізувати правильність постановки розмірів і допусків на кресленнях і, зокрема, підвищити технологічність деталі та конструкції у цілому.

Розмірний аналіз проводимо для лінійних розмірів „Корпус СМІ-ІМС-001”. Якщо шуканий розмір зменшуюча ланка, то рівність така:

$$S_{x \max} = \sum S_{j \min} - \sum S_{g \max} - Z_{\min}$$

Якщо - збільшуюча ланка, то рівність:

$$S_{x \min} = Z_{\min} - \sum S_{j \min} + \sum S_{g \max}$$

									Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	030Б – 24.00.00.00.000ПЗ				

2.5 Розрахунок режимів різання, вибір обладнання та відповідного оснащення

Тип і розмір інструменту, матеріал його ріжучої частини, матеріал і стан заготовки, тип обладнання і його стан враховують при призначенні і розрахунку режимів різання.

Розрахуємо режими різання на типові методи обробки для „Корпусу СМІ-ІМС-001”.

1. Операція 005. Точіння діаметру Ø 371.

Інструмент – прохідний різець ВК8.

Глибина різання – $t = 2,0$ мм

Подача - $S = 0,8$ мм

Швидкість різання рахуємо за формулою:

$$V = C_v \cdot K_v / (T^m \cdot t^{x_v} \cdot S^{y_v}),$$

де $T = 60$ хв. – перехід стійкості інструмента;

$C_v = 215$ – сталь;

$X_v = 0,15$;

$Y_v = 0,45$;

$m = 0,20$ – показники степеню;

K_v – загальний поправний коефіцієнт, що рахуємо за формулою:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{\psi v} \cdot K_{rv} \cdot K_{gv} \cdot K_{ov},$$

де K_{mv} - враховує якість оброблюваного матеріалу;

K_{nv} - враховує якість оброблюваного матеріалу;

$K_{\phi v}$ - враховує головний кут в плані;

K_{rv} - враховує допоміжний кут в плані;

K_{gv} - враховує поперечний переріз державки;

K_{ov} - враховує вид обробки.

$$K_v = (150/175)^{125} \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,94 \cdot 0,93 \cdot 1,0 = 0,47$$

$$V = [215 / (60^{0,20} \cdot 2,0^{0,15} \cdot 0,8^{0,45})] \cdot 0,47 = 45,2 \text{ м/хв}$$

										Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата						

030Б – 24.00.00.00.000ПЗ

Частота обертання:

$$n = \frac{1000v}{\Pi \cdot D},$$

де $D = 371$ мм – діаметр поверхні, яку обробляють;

$$n = \frac{1000 \cdot 45,2}{3,14 \cdot 371} = 38,76 \text{ хв}^{-1}$$

Сила різання:

$$P_z = C_{pt}^{xp} \cdot S^{yp} V^{up} \cdot V^{np} K_p,$$

де $C_p = 81$ – сталь;

$X_p = 1,0$ – показник степеня;

$Y_p = 0,75$ – показник степеня;

$\Pi_p = 0$ – показник степеня;

K_p – поправочний коефіцієнт, що рахується за формулою.

K_{mp} – враховує вплив механічних властивостей металу різця;

$K_{ур}, K_{xp}, K_{лр}, K_{гр}$ – враховують вплив геометричних параметрів ріжучої частини різця.

$$K_p = \left(\frac{175}{150}\right)^{0,4} \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 1,09$$

$$P_z = 81 \cdot 2,0^{1,0} \cdot 0,8^{0,75} \cdot 45,16^0 \cdot 1,09 = 149,3 \text{ кЗ} = 1463,8 \text{ Н}$$

Потужність різання:

$$N_{ppi} = \frac{P_z \cdot V}{102 \cdot 60},$$

$$N_{ppi} = \frac{149,3 \cdot 45,16}{102 \cdot 60} = 1,1 \text{ кВт}$$

Потужність електродвигуна верстату N_e , повинна бути достатньою, щоб реалізувати дійсну потужність різання $N_{різ}$.

$$N'_{різ} = N_{ppi} / \eta,$$

де $\eta = 0,8$ – коефіцієнт корисної дії

$$N'_{різ} = 1,1 / 0,8 = 1,4 \text{ кВт}$$

					030Б – 24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

На дану операцію приймаємо токарно-револьверний верстат моделі 1ПЗ7, потужність 5,8 кВт (умова виконується). Тому і вибираємо верстат моделі 1ПЗ71.

2. Операція 040. Свердління 12-ти отворів Ø14,1 мм на глибину 36 мм
Ріжучий інструмент – свердло із швидкорізальної сталі ВК6.

Приймаю стійкість свердла $T = 25$ хв машинного часу;

Глибина різання t рахується;

$$t = D / Z ,$$

де D – діаметр свердла

$$t = 14.1 / 2 = 7.05 \text{ мм}$$

Подача:

$$S_o = C' \cdot D^{0.6} ,$$

де C' - 0,058 – сталь

$$S_o = 0,058 \cdot 14,1^{0.6} = 0,283 \text{ мм/об}$$

Приймаємо: $S_o = 0,25$ мм/об

Швидкість різання:

$$V = CD^Z / (T^m t^x \cdot S_o^y H_B^H) ,$$

де $c = 11400$ – сталь;

$m = 0,125$; $x = 0$; $y = 0,40$; $n_I = 1,3$ – показники степеня;

$Z = 0,25$ – показник степеня;

$HB175$ – твердість оброблюваного матеріалу за шкалою Бринеля;

$$V = \frac{11400 \cdot 14,1^{0.25}}{25^{0.125} \cdot 7,05^0 \cdot 0,25^{0.40} \cdot 175^{1.3}} = 31,38 \text{ м/хв}$$

Сила різання:

$$P_x = C_1 D^{Z_1} S_o^{y_1} \cdot HB^n ,$$

де $C_1 = 2,60$ – сталь

$Z^1 = 1,0$; $y^1 = 0,80$; $n = 0,6$ – показники степеня;

$$P_x = 2,60 \cdot 14,1^{1.0} \cdot 0,25^{0.80} \cdot 175^{0.6} = 292,62 \text{ кг} = 2867,76 \text{ Н}$$

Оскільки 12 отворів свердлимо одночасно, то загальна сила різання:

					030Б – 24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Загальна потужність різання при одночасному нарізанні 12-ти різей:

$$N_{за.} = K \cdot N ,$$

де $K=12$ – кількість шпинделів у головці, які одночасно працюють;

$$N_{за.} = 12 \cdot 0,03 = 0,36 \text{ кВт}$$

При коефіцієнті кожної дії верстата разом з головкою $\eta = 0,85$, необхідна потужність електродвигуна верстата:

$$N_{e-дв.} = N_{за.} / \eta ,$$

$$N_{e-дв.} = 0,36 / 0,85 = 0,45 \text{ кВт}$$

Приймаємо на операцію радіально-свердлильний верстат моделі 2Е52 з потужністю електродвигуна 2,2 кВт.

Необхідні режими різання знаходимо табличним методом і заносимо у таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 - Вибір режимів різання

№ опер.	Зміст переходу	Глибина різання, t мм	Подача, S мм/об	Швидкість різання, Vм/хв	Частота обертання, n хв ⁻¹	Сила різання, P, Н	Потужність N різ. кВт	Верстат	
								модель	потужність кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
005	Точ. чорнове пов. 1 Ø 371/П14	2,8	1,0	72	75	2704,8	3,24	1П371	5,8
010	Точ. тор. 2 пов. 2 р-р 27h 14	2,0	0,20	30	25	490	0,20	1П371	5,8
015	Тор. 3 230 h 13 точ. чорнове	1,0	0,20	30	25	269,5	0,13	1П371	5,8
	Точ. чорнове	0,9	0,4	94	40	269,5	0,19	1512	3,0

					030Б – 24.00.00.00.000ПЗ				Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата					

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Точ. чорнове	0,6	0,4	30	40	882	0,44	16А20Ø 3	10
020	Тор. Н р-р 172 h 13								
	Точ. чорнове	3,0	0,20	30	25	803,6	0,40	1П371	5,3
	Точ. н/чист.	1,0	0,18	30	63	217,5	0,11	16А20Ø 3	10
	Точ. чист.	0,6	0,12	35	80	184,29	0,11	16А20Ø 3	10
025	Пов. 5 Ø 150 I7								
	Розточ. чорн.	3,0	1,0	143	54	2704,8	2,4	1П371	5,8
	Розточ. тонка	1,0	0,18	103,5	200	269,5	0,46	16А20Ø 3	10
	Розточ. тонка	0,4	0,12	119,6	250	184,29	0,37	16А20Ø 3	10
030	Пов. 6 Ø 160 I14								
	Розточ.ч орн.	5,0	1,0	47,7	143	4508	3,6	1П371	5,8
035	Пов. 7 Ø 168 Ug								
	Розточ. чорн.	2,5	0,67	62,1	100	1842,4	1,9	1П371	5,8
	Розточ. н/чист.	1,0	0,195	103,5	143	269,5	0,47	16А20Ø 3	10
	Розточ. чист.	0,5	0,15	111,6	200	217,96	0,4	16А20Ø 3	10
040	Тор 827I14								
	Точ. чорн.	3	0,4	24	18	1362,2	0,55	1П371	5,8
	Пов. 10Ø3Н 5h14	5	2	35	40	6115,2	3,56	1П371	5,8
045	Пов. 11 Ø 135 I7								

					030Б – 24.00.00.00.000ПЗ				Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата					

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Розточ. чорн.	3	1,1	4,5	60	2900,8	2,17	1512	3,0
	Розточ. чист.	1	0,23	100,8	315	32026	0,54	16A20Ø 3	10
	Розточ. тонк.	0,5	0,12	111,6	400	88,2	0,16	16A20Ø 3	10
	Розточ. тонк.	0,4	0,12	111,6	400	88,2	0,16	16A20Ø 3	10
050	Тор. 12 174h/3								
	Точ. чорнове	4,5	0,71	65	100	3430	3,7	16A20Ø 3	10
055	Тор. 13 8 I ₃ 10								
	Розточ. чорн.	2,5	0,78	58,5	100	2058	2,0	16A20Ø3	10
060	Пов. 14 Ø 136 H11								
	Розточ. чорн.	0,3	0,78	58,5	100	588	0,57	16A20Ø3	10
	Розточ. тонке	0,9	0,15	111,6	250	176,4	0,33	16A20Ø3	10
065	Пов. 15 Ø 298 H10								
	Точ. чорн.	3,5	1,21	69	30	2900,8	2,8	16A20Ø3	10
070	Пов. Ø 20 H9	10	0,2	26	390	544,88	0,2	2E52	2,2
	10 отв.								
075	Отв. M ₁₀ H ₆								
	3 отв. свердл.	4	0,13	28	1060	1305,6	0,17	2E52	2,2
	Наріз різі	1	-	6	193	2219,5	0,04	2E52	2,2

					030Б – 24.00.00.00.000ПЗ				Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата					

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
080	50 отв. Ø6 Is 14	3	0,08	19,6	1060	100,4,3	0,19	2E52	2,2
	свердління								
085	12 отв. M ₁₆ H ₆								
	свердління	7,05	0,18	26	250	12654,0	13,9	258	14
	Наріз. різі	1	-	8	167	12226,4	13,5	258	14

2.6 Нормування технологічного процесу

Нормування ТП виготовлення „Корпусу СМІ-ІМС-001” проводимо на основі технічного розрахунку за нормативами, а саме, визначаємо тривалість операцій за розрахунком з допомогою мікроелементів і змісту дії робітника-верстатника і верстату.

Норма часу для кожної технологічної операції:

$$T_{шт.} = T_o + T_g + T_{тме} + T_{орг.} + T_n,$$

де T_o – основний час оброблення;

T_g – допоміжний час;

$T_{орг.}$ – організаційний час;

T_n – час перерв;

$T_{тех.}$ – час технічного обслуговування.

Допоміжний час рахуємо за формулою:

$$T_g = T_{в.з.} + T_{закр.} + T_{кер.} + T_{вим.},$$

де $T_{в.з.}$ – час на встановлення і злиття деталі;

$T_{закр.}$ – час на закріплення і відкріплення заготовки;

$T_{кер.}$ – час на керування;

$T_{вим.}$ – час на вимірювання.

					030Б – 24.00.00.00.000ПЗ				Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата					

Розраховуємо T_o для токарних робіт:

$$T_o = \frac{L}{nS_o} i,$$

де L – розрахункова довжина робочого ходу інструменту, мм;

n – частота обертання шпинделя, хв^{-1} ;

S_o – подача на один оберт шпинделя, мм/об;

i – кількість проходів інструменту.

Для свердлильних робіт:

$$T_o = \frac{L}{nS_o},$$

де L , n , S_o – аналогічно попередній формулі.

Для різенарізних робіт:

$$T_o = \frac{L + L_{gom}}{nP},$$

де L і n – аналогічне значенням їх у попередній формулі;

P – крок нарізаної різі, мм

L_{gom} – довжина додаткового ходу мітчика, мм;

Приклад розрахунку T_o для першого переходу операції 005: обточити поверхню 1 витримуючи розмір $\varnothing 377_{-1,4}$. Оскільки даний перехід відноситься до розряду токарних робіт, то:

$$T_o = \frac{L}{nS_o} i,$$

$$L = 27 + 4 + 2 = 33 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{33}{75 \cdot 1,0} \cdot 1 = 0,44 \text{ хв}$$

Результати обчислень $T_{шт}$, та значення для розрахунків $T_{шт}$ зведемо у таблицю 2.6.

					030Б – 24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 2.6 - Таблиця для розрахунку $T_{шт.}$

Номер і назва операції	T_o хв.	T_n , хв		$T_{оп.-}$ T_o+T_g хв	$T_{об}$		$T_{п.}$ хв	$T_{шт.}$ хв.
		$T_{вз} + T_{закр}$	$T_{вит}$		$T_{тех. р.п.}$ хв.	$T_{орг.}$ хв.		
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
005 Токарн.-рев.	0,43	0,25+0,2	1,32	11,2	0,67	0,15	0,56	12,58
1. Точ. пов. 1	0,44	-	0,22	2,62	0,09	-	0,12	3,16
2. Підріз. тор. 2	3,32	-	0,22	3,54	0,25	-	0,18	4,44
3. Підріз. тор. 3	0,50	-	0,22	0,72	0,04	-	0,04	0,62
4. Підріз. тор.	0,44	-	0,18	0,62	0,03	-	0,03	0,57
5. Точ пов. 5	1,53	-	0,16	1,69	0,16	-	0,10	2,08
6. Точ. пов. 6	0,74	-	0,16	0,90	0,06	-	0,05	1,05
7. Точ. пов. 7	0,50	-	0,16	0,66	0,07	-	0,04	0,66
010 Токарн.-кар.	4,23	0,25+0,2	1,0	5,680,33	0,20	0,06	0,20	6,14
1. Підріз тор. 8	0,15	-	0,18	2,85	0,05	-	0,02	0,20
2. Підріз. тор. 2	1,83	-	0,22	0,60	0,04	-	0,17	2,73
3. Зняття фаски 6,7	0,42	-	0,18	0,40	0,03	-	0,04	0,47
4. Точ. канавку 10	0,20	-	0,20	1,85	0,05	-	0,02	0,34
5. Точ. нов. 11	1,63	-	0,22	1,85	0,03	-	0,11	2,40
015 Токарн. 3 ЧПК	6,82	0,22+0,15	1,1	8,29	0,42	0,12	0,30	9,13
1. Підр. тор. 15	1,08	-	0,12	1,20	0,05	-	0,06	1,42
2. Розт. пов. 11	0,80	-	0,10	0,90	0,08	-	0,04	1,14
3. Підріз. тор. 13	0,21	-	0,13	0,34	0,01	-	0,02	0,34
4. Розт. пов. 14	1,76	-	0,12	1,88	0,07	-	0,09	2,39
5. Розт. фаску 21	0,07	-	0,14	0,21	0,01	-	0,01	0,05
6. Розт. пов. 11	0,81	-	0,10	0,91	0,03	-	0,04	1,15
7. Повт. 6 перех.	0,84	-	0,11	0,95	0,04	-	0,04	1,10
8. Розт. пов. 14	0,95	-	0,12	1,07	0,04	-	0,05	1,12
9. Обт. пов. 15	0,30	-	0,10	0,90	0,02	-	0,02	0,42
020 Ток. 3 ЧПК	4,93	0,22+0,15	1,1	6,3	0,11	0,1	0,15	6,66
1. Підр. тор. 3	1,05	-	0,12	1,17	0,04	-	0,06	1,40
2. Розт. поверх. 7	0,46	-	0,10	0,56	0,02	-	0,03	0,61

										Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	030Б – 24.00.00.00.000ПЗ					

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3. Підр. тор. 16	0,12	-	0,10	0,22	0,01	-	0,01	0,19
4. Розт. пов. 5	0,9	-	0,12	1,02	0,04	-	0,05	1,18
5. Підр. тор. 4	0,30	-	0,10	0,4	0,01	-	0,02	0,45
6. Зняття фаски 18	0,07	-	0,08	0,15	0,01	-	0,01	0,08
7. Зняття фаски 19	0,10	-	0,07	0,17	0,01	-	0,01	0,19
8. Розт. поверх. 7	0,47	-	0,10	0,51	0,02	-	0,03	0,64
9. Розт. тор. 16	0,139	-	0,07	0,20	0,01	-	0,01	0,17
10. Розт. пов. 5	0,82	-	0,12	0,94	0,04	-	0,05	1,09
11. Розт. тор. 4	0,50	-	0,12	0,62	0,02	-	0,03	0,66
025 Рад.-свердл.								
1. Свер. 10 отв. Ø20	0,25	0,20+0,06	0,11	0,62	0,01	0,01	0,03	0,67
030 Рад.-свердл.								
1. Сверд. 3 отв. Ø 8,5	0,16	0,20+0,06	0,11	0,53	0,01	0,01	0,03	0,58
035 Рад.-свердл.								
1. Свердл. Отв. 5 Ø6	0,16	0,20+0,06	0,11	0,53	0,01	0,01	0,03	0,58
040 Рад.-свердл.								
1. Свер. 12 отв. Ø141	0,28	0,20+0,06	0,11	0,65	0,01	0,01	0,03	0,70
045 Рад.-свердл.								
1. Нар. різь в 12 отв.	0,20	0,20+0,06	0,39	0,85	0,03	0,01	0,04	0,93
050 Рад.-свердл.								
1. Наріз. різі в 3 отв.	0,11	0,20+0,06	0,27	0,64	0,02	0,01	0,03	0,70
РАЗОМ Т шт.								36,1

									Арк.
Зам.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата	030Б – 24.00.00.00.000ПЗ				

Уточнення типу і організаційної форми виробництва з відповідними результатами зводимо у таблицю 2.7.

$$C_p = \frac{N \cdot T_{\text{шт.}}}{60 \cdot F_a \cdot \eta_{3\phi}}; \quad \eta_{3\phi} = \frac{C_p}{C_{\text{пр}}}$$

Кількість операцій на одне робоче місце:

$$C_p = \frac{\eta_{\phi}}{\eta_{3\phi}},$$

Кількість закріплення операцій:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum_{i=1}^V C_i \cdot Q}{\sum_{i=1}^V C_p},$$

Таблиця 2.7 - Уточнення типу виробництва

№	Операція	Назва операції	T _{шт.} хв.	C _{р.} шт.	C _{п.} шт.	D _{3φ}	O _i
1	2	3	4	5	6	7	8
1	005	Токар.-револьв.	12,78	7,04	9	0,87	0,89
2	010	Токар.-карусельн.	6,27	3,51	4	0,87	0,89
3	0015	Токарна з ЧПУ	9,13	5,31	7	0,88	0,86
4	020	Токарна з ЧПУ	6,41	3,47	4	0,86	0,87
5	025	Радіально-свердл.	0,34	0,19	1	0,18	4,19
6	030	Радіально-свердл.	0,17	0,10	1	0,02	8,34
7	035	Радіально-свердл.	0,18	0,10	1	0,10	8,36
8	040	Радіально-свердл.	0,38	0,91	1	0,20	3,77
9	045	Радіально-свердл.	0,28	0,16	1	0,15	5
10	050	Радіально-свердл.	0,16	0,09	1	0,08	9,35
ВСЬОГО:			36,1	20,27	30	-	43,5

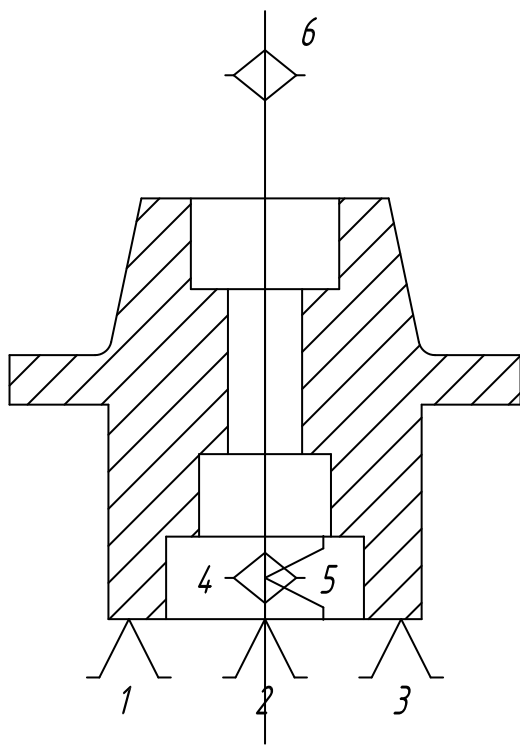
Коефіцієнт закріплення операцій:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum_{i=1}^r O_i}{\sum_{i=1}^r C_p}$$

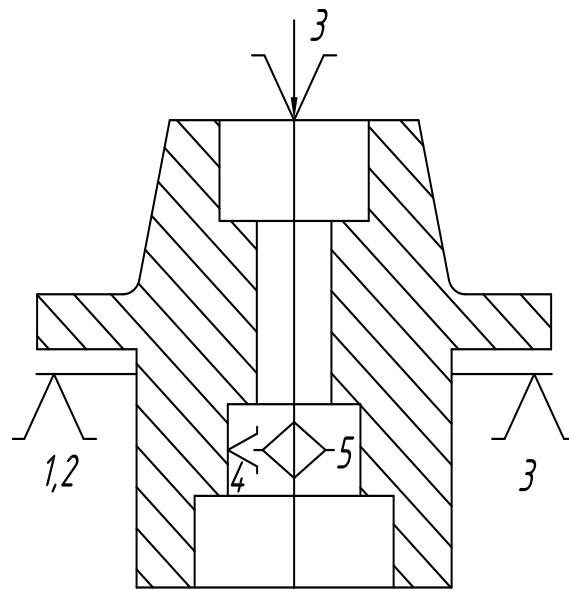
$$K_{з.о.} = \frac{43,5}{20,24} = 2,15$$

Оскільки $1 < K_{з.о.} < 10$, то великосерійний тип виробництва.

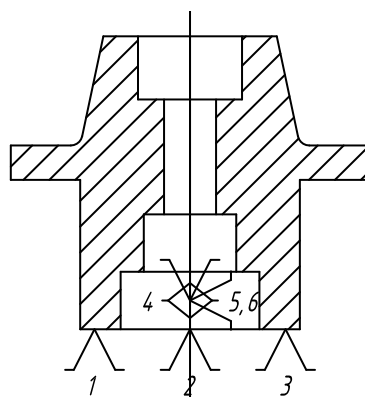
									Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	030Б – 24.00.00.00.000ПЗ				



а)



б)



в)

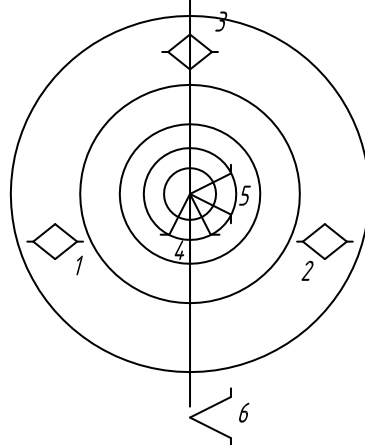


Рисунок 3.1 – Схеми базування

Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата

030Б – 24.00.00.00.000ПЗ

Арк.

Похибки базування для кожної схеми:

- а) базування на оправці;
- б) базування в призмі;
- в) базування на пальці.

При базуванні заготовки необхідно:

$$T_{\text{дет.}} \geq T_{\text{розр.}},$$

де $T_{\text{дет.}}$ – величина допуску, вказана на кресленні деталі.

$T_{\text{розр.}}$ – розрахунковий допуск на даний розмір.

$$T_{\text{розр.}} = W_{\text{т.с.}} + E_y,$$

де $W_{\text{т.с.}}$ – точність технологічної системи [3];

E_y – похибка установлення заготовки

$$E_y = \sqrt{E_b^2 + E_z^2 + E_{np}^2},$$

де E_b – похибка базування;

E_z – похибка закріпленні;

E_{np} – похибка пристрою ;

$$E_{np} = (1/3 \dots\dots 1/10) T_{\text{дет.}}$$

де $T_{\text{дет}}$ – допуск, вказаний на кресленні деталі.

Приклади розрахунку для кожної схеми наведеної на рисунку 3.1

а) базування на оправці

$$E_{np.} = 1/4 \cdot 0,30 = 0,075 \text{ мм};$$

E_z приймаєм рівною 0,014 мм;

W_{TC} приймаєм рівною 0,21 мм;

Отже:

$$E_y = \sqrt{0,048^2 + 0,014^2 + 0,075^2} = 0,054 \text{ мм}$$

$$T_{\text{розр.}} = 0,21 + 0,054 = 0,296 \text{ мм}$$

Розрахований допуск дорівнює технологічному допуску.

б) базування заготовки в призмі, допуск складає 0,30 мм.

									Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата					

030Б – 24.00.00.00.000ПЗ

$$E_{np.} = 1/4 \cdot 0,30 = 0,075 \text{ мм}$$

E_z приймаємо рівною 0,014 мм;

W_{TC} приймаєм рівною 0,21 мм;

Отже:

$$E_y = \sqrt{E_b^2 + E_z^2 + E_{np}^2},$$

E_b приймаємо рівною 0,059 мм

$$E_y = \sqrt{0,059^2 + 0,014^2 + 0,075^2} = 0,093 \text{ мм}$$

$$T_{розр.} = 0,21 + 0,093 = 0,303 \text{ мм}$$

Розрахунковий допуск перевищує допуск на виготовлення даної поверхні:

в) базування заготовки на палець, допуск складає 0,30 мм.

$$T_{np.} = 1/4 \cdot 0,30 = 0,075 \text{ мм}$$

E_z приймаємо 0,014 мм;

E_b дорівнює 0,021 мм;

W_{TC} приймаєм рівною 0,21 мм.

Отже:

$$E_y = \sqrt{0,021^2 + 0,014^2 + 0,075^2} = 0,034 \text{ мм}$$

$$T_{розр.} = 0,21 + 0,034 = 0,244 \text{ мм}$$

Розрахунковий допуск перевищує технологічного допуску.

Варіант базування заготовки на пальці є найкращим, оскільки задовільняє вищевказану умову.

За вибраними 3-ма схемами закріплення заготовки проводимо синтез та оцінку компоновочних схем пристосувань.

Критерії оцінки зводимо в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 - Критерії оцінки схем

					030Б – 24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

№ схеми	Оптим. коефіц. підсилення	Володіння властив. самогальм.	Кільк. передава- льних мех.	Наявність пром. ланки	Коефіц. компакт- ності	Критерій оцінки повної схеми
1	5	0	1	0	1	2,55
2	2	0	1	0	1	1,05
3	7	1	1	0	2	7,9
Вага кри- терію	0,5	0,32	-0,1	-0,1	0,05	-

Найбільший показник має третя схема закріплення за критеріями оцінки, тому використовуємо її при конструюванні пристрою.

3.1.2 Силовий розрахунок параметрів приводу

Зусилля для закріплення заготовки у пристрої:

$$W = \frac{R \cdot M \cdot n}{f \frac{D^3 - d^3}{3 D^2 - d^2}},$$

де M – крутний момент на свердлі;

n – число одночасно працюючих свердл, $n = 12$

f – коефіцієнт тертя, $f = 0,25$

R – коефіцієнт запасу, $R = 1,8$

d – діаметр пальця, $d = 165$ мм

D – максимальний діаметр деталі, $D = 371$ мм

$$W = \frac{1,8 \cdot 15,2 \cdot 12}{0,25 \frac{371^3 - 165^3}{3 \cdot 371^2 - 165^2}} = 9,4H$$

Деталь кріпиться за допомогою спеціальних захватів. Необхідна сила затиску „Корпусу СМІ-ІМС-001”:

$$W = \frac{RoM}{3f \cdot R} = \frac{R \cdot Pz}{3f},$$

де W – сила затиску, Н

R – коефіцієнт запасу

										Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	030Б – 24.00.00.00.000ПЗ					

f – коефіцієнт тертя

M – момент сили різання, Н×м

R – радіус оброблення поверхні деталі, М

P_z - сила різання, Н

У нашому випадку буде:

$$R_o = 1,5$$

$$P_z = 1024,72 \text{ Н}$$

$$f_1 = 0,4$$

Розрахуємо силу затиску:

$$W = \frac{1,5 \cdot 1024,72}{3 \cdot 0,4} = 1280,9 \text{ Н}$$

Відомо, що сума моментів сил відносно точки А дорівнює нулю, тому:

$$Q = W l_1 / l_2,$$

де Q – сила, з якою діє привід, Н

l_1, l_2 – плечі дій сил

$$Q = 1280,9 \cdot 77 / 45 = 2177,5 \text{ Н}$$

Вибираємо пневмоциліндр 1102-31 ГОСТ 18397-92, який при силу затиску 0,6 Мпа, що розвиває на штоці 2950Н.

3.1.3 Розрахунок пристрою на точність

На даній операції витримується розмір $\varnothing 137^{+0,3}$.

Сумарна похибка:

$$E_{\Sigma} = K \sqrt{E_{\delta}^2 \cdot E_{pn}^2 \cdot E_{py}^2 \cdot E_{\delta}^2 \cdot E_z^2 \cdot E_{pn}^2 \cdot E_n^2 \cdot E_{pd}^2 \cdot E_i^2 \cdot E_{pi}^2 \cdot E_{pz}^2},$$

де E_{δ} – допуск на паралельність руху стола верстату ($E_{\delta} = 0,01$ мм);

E_{pn} – похибка центрування напрямної шпонки:

$$E_{pn} = \frac{S_{\max}}{L} = \frac{0,036}{250} = 1,4 \cdot 10^{-8} \text{ мм.}$$

E_{py} – похибка площинності стола ($E_{py} = 0,1$ мм [10]);

E_{δ} – відхилення від площинності базової поверхні ($E_{\delta} = 0,22$ мм)

									Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	030Б – 24.00.00.00.000ПЗ				

Всі інші складові можна умовно приймати рівним 0, оскільки їх порядок значно нижчий за вище наведені.

$$\text{Тоді: } E_{\Sigma} = 0,01^2 \cdot (1,4 \cdot 10^{-4})^2 + 0,22^2 \cdot 0,1^2 = 0,24 \text{ мм}$$

Точність пристрою на даній операції дотримується, оскільки $E_{\Sigma} < T = 0,3$ мм.

3.2 Розрахунок спеціального ріжучого інструменту

На технологічну операцію 040 необхідно просвердлити отвір $\varnothing 14,1$ і зняти фаску $1 \times 45^{\circ}$ одночасно. Тому використовуємо комбінований інструмент свердло-зенківка.

Розраховуємо для свердління отвору $\varnothing 14,1$ мм на глибину 36 мм.

Ріжучий інструмент – свердло із твердосплавними пластинками ВК6. Стійкість свердла $T=25$ хв. Глибина різання t :

$$t = D/2,$$

де D – діаметр свердла

$$t = 14,1 / 2 = 7,05 \text{ мм}$$

Подача:

$$S_o = c' \cdot D^{0,6},$$

де $c' = 0,058$ – стала

$$S_o = 0,058 \cdot 14,1^{0,6} = 0,283 \text{ мм/об}$$

Приймаємо $S_o = 0,25$ мм/об

Швидкість різання:

$$V = CD^2 / (T^m t^x \cdot S_o^y \cdot H_B^{n_1}),$$

де $c = 11400$ – стала

$m = 0,125$; $x = 0$; $y = 0,40$; $n_1 = 1,3$ - показники степеня

$Z = 0,25$ – показник степеня;

$HB175$ – твердість оброблюваного матеріалу за шкалою Бринеля.

$$V = \frac{11400 \cdot 14,1^{0,25}}{25^{0,125} \cdot 7,05^0 \cdot 0,25^{0,40} \cdot 175^{1,3}} = 31,3 \text{ м/хв}$$

									Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	030Б – 24.00.00.00.000ПЗ				

Сила різання:

$$P_x = C_1 D^{Z_1} S_0^{y_1} H B^m,$$

де $C_1 = 2,60$ стала

$Z' = 1,0$; $y' = 0,80$; $n = 0,6$ показники степеня

$$P_x = 2,60 \cdot (4)^{1,0} \cdot 0,25^{0,80} \cdot 175^{0,6} = 286,7 \text{ Н}$$

Частота обертання:

$$n = 1000 \times V / \pi d,$$

$$n = 1000 \cdot 31,38 / 3,14 \cdot 14,1 = 678,5 \text{ хв.}^{-1}$$

Приймаємо $n = 640 \text{ хв.}^{-1}$

Момент різання:

$$M_{кк.} = 10 C_N D^g S^y K_p,$$

де $C_N = 0,021$ – стала

$g = 2,0$; $y = 0,8$ – показники степеня

$K_p = K_{mp}$ – поправочний коефіцієнт

$$M_{кк.} = 10 \cdot 0,021 \cdot 14,1^2 \div 0,25^{0,8} \cdot 1 = 15,2 \text{ Нмм}$$

Потужність різання:

$$N = M_{кк.} \cdot n / 9750,$$

$$N = 15,2 \cdot 640 / 9750 = 0,99 \text{ кВт}$$

Беремо свердло з твердосплавними пластинками ВК6 ГОСТ 1886-91, на яке механічним шляхом кріпиться зенківка:

$$\gamma = L = 8^\circ; \varphi = 60^\circ; \varphi_0 = 30^\circ;$$

Основні розміри зенківки – по ГОСТ 3231-97, технічні вимоги згідно ГОСТ 12509-97.

3.3 Розрахунок на точність контрольного пристрою

Розрахуємо на точність контрольний пристрій, що контролює биття поверхонь Г і Д відносно поверхонь Б і В, биття поверхні Е відносно поверхонь Б і В (допуск на биття 0,12 мм і 0,16 мм відповідно).

					030Б – 24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

4 ПРОЕКТУВАННЯ МЕХАНІЧНОЇ ДІЛЬНИЦІ

4.1 Уточнення типу виробництва

Об'єм випуску виробів: 50 тис. штук, роботи проводиться в 2 зміни при п'ятиденному тижні, дійсний фонд часу при такому режимі роботи складає для обладнання і робочих місць 4015год та для працівників – 1860год.

Працемісткості і річна програма виготовлення є основними даними для розрахунку.

Кількість основного виробничого обладнання:

$$C_p = \frac{T_{um} \cdot N}{60 \cdot \phi_g},$$

де C_p – розр. кількість верстатів для використання річної програми.

T_{um} – працемісткість виконання операції, хв.

ϕ_g – дійсний річний фонд часу роботи технологічного обладнання

$$C_p = \frac{50000 \cdot 1254}{60 \cdot 4055} = 5,5$$

Розраховуємо коефіцієнт його завантаження K_3 :

$$K_3 = C_p / C_{np},$$

де C_{np} – прийнята кількість верстатів

$$K_3 = 5,5 / 6 = 0,92$$

					030Б – 24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1 - Розрахунок необхідної кількості верстатів

№	Назва операції	Назва верстату	Річна програма, шт.	Норма часу на одну операцію, хв.	Необхідність у верстатах, шт.		Коефіцієнт завантаження %
					C_p	$C_{пр}$	
005	Токар.-револьв.	1П371	50000	12,59	5,5	6	92
010	Токар.-карусел.	1512	50000	6,20	2,7	3	90
015	Токарн. з ЧПУ	16A20Ø3	50000	9,12	3,9	4	98
020	Токарн. з ЧПУ	16A20Ø3	50000	6,39	2,70	3	93
025	Радіал.-свердл.	2E52	50000	0,32	0,15	1	15
030	Радіал.-свердл.	2E52	50000	0,16	0,07	1	7
035	Радіал.-свердл.	2E52	50000	0,16	0,08	1	7
040	Радіал.-свердл.	258	50000	0,37	0,16	1	16
045	Радіал.-свердл.	258	50000	0,27	0,12	1	12
050	Радіал.-свердл.	2E52	50000	0,15	0,07	1	7

4.2 Визначення кількості працівників на дільниці

Верстатомісткість всіх деталей з врахуванням їх дільниці за масою, серійності та складності механічної обробки далі визначаємо. Різниця оцінюється відповідним коефіцієнтом приведення:

$$T_i = T \cdot K_o,$$

де T_i – коефіцієнт верстатомісткості

i – тої деталі вузла, н год.

T – верстатомісткість основної деталі – представника, Н год.

K_o – коефіцієнт приведення, який визначається за формулою:

									Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	030Б – 24.00.00.00.000ПЗ				

H – кількість оброблюваних поверхонь деталі – представника

$$K_{скл.} = (4/15)^{0,5} = 0,5$$

Всі розрахунки зводимо в таблицю 4.2.

Таблиця 4.2 - Уточнення типу виробництва

№	Назва операції	Кількість обладнання		Факт. коефіцієнт завантаження	Кількість операцій, закріплених за робочим місцем
		розрахункова C_p	прийнята $C_{пр}$		
005	Токарно-револьверна	5,5	6	0,92	0,86
010	Токарно-карусельна	2,7	3	0,90	0,87
015	Токарна з ЧПК	3,9	4	0,91	0,85
020	Токарна з ЧПК	2,8	3	0,93	0,87
025	Радіально-свердлильна	0,15	1	0,15	4,17
030	Радіально-свердлильна	0,07	1	0,07	8,33
035	Радіально-свердлильна	0,08	1	0,08	8,33
040	Радіально-свердлильна	0,16	1	0,16	3,75
045	Радіально-свердлильна	0,12	1	0,12	5
050	Радіально-свердлильна	0,07	1	0,07	9,37
	РАЗОМ	19,99	20	-	42,4

Визначимо загальну кількість обладнання для виготовлення всіх деталей і виробу в цілому, маючи загальну верстатомісткість механічного оброблення всіх деталей виробу та дану виробничу програму.

$$C_n = \frac{T_v}{\phi_g \cdot K_{zn}},$$

де T_v – річна верстатомісткість всіх деталей;

K_{zn} – нормативний коефіцієнт завантаження верстатів.

$$C_n = \frac{61,6}{2019 \cdot 0,71} = 0,02$$

									Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	030Б – 24.00.00.00.000ПЗ				

Приймаємо $C_{\Pi} = 60$ верстатів. З них 21 обслуговують дільницю механічного оброблення деталі „Корпус СМІ-ІМС-001”.

На допоміжних дільницях цеху не виготовляється основна продукція цеху.

До їх складу входять заточувальна дільниця, дільниця по ремонту інструментів, пристосувань, цехова ремонтна база.

а) заточувальна дільниця використовується для централізованого заточування.

Розрахунок необхідної кількості заточувальних верстатів проводимо узагальнено. Необхідна кількість обладнання визначається в % відношенні від кількості металорізального обладнання цеху.

$$C_{\text{зат.}} = 0,05 C_{\Pi}$$

де C_{Π} – загальна кількість необхідного обладнання для виготовлення всіх деталей „Корпус СМІ-ІМС-001”.

$$C_{\text{заг.}} = 0,05 \cdot 36 = 0,018$$

Приймаємо $C_{\text{заг.}} = 3$

Дільниця по ремонту інструменту і оснащення виконує ремонт інструменту і відповідного оснащення. Кількість обладнання становить до 60 одиниць. Кількість верстатів – до 4 одиниці.

До складу даної дільниці входить допоміжна обладнання. Приблизно 40% від кількості основного обладнання.

$$C_{\text{рем.доп.}} = 0,4 C_{\text{рем.осн.}}$$

$$C_{\text{рем.доп.}} = 0,4 \cdot 36 = 14,4$$

Приймаємо $C_{\text{рем.доп.}} = 11$.

До допоміжного обладнання відносять шліфувальні верстати, ручні і гідравлічні преси, верстати для витягування зламаного інструменту з отворів на іншу:

б) цехова ремонтна база використовується для міжремонтного обслуговування виробничого обладнання. Кількість верстатів може бути розраховано в залежності від кількості обладнання механічного цеху. При

					030Б – 24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

кількості обладнання до 60 одиниць кількість верстатів в ЦРБ становить 3 одиниці.

Кількість обладнання:

$$C_{\text{заг.}} = C_{\text{п}} + C_{\text{заг}} + C_{\text{рем.осн.}} + C_{\text{рем.доп.}} + C_{\text{урб}},$$

$$C_{\text{газ.}} = 60 + 3 + 11 + 4 + 3 = 72$$

Коефіцієнт закріплення операцій $K_{з.о.}$ використовуємо для уточнення типу виробництва:

$$K_{з.о.} = 1,8$$

Звідси маємо великосерійне виробництво.

4.3 Розрахунок виробничої площі ділянки

Загальна площа ділянки механічного оброблення за [2]:

$$S_1 = S_1 + S_2 = 420 + 3200 = 3620 \text{ м}^2$$

4.4 Розробка технологічного планування ділянки

Характер і розміри об'єктів виробництва, об'єм виробництва, характер технологічного процесу і обладнання, типи і вантажопідйомність підйомно-транспортних засобів метрологічні умови – це вихідні дані для вибору типу та планування приміщення ділянки

Так вибирається тип приміщення, де вказується взаємне розташування ділянок, проїздів, проходів, і т.д.

При плануванні слід дотримуватися прямолінійності руху деталей в процесі обробки. На плані будуть вказані технологічне обладнання, будівельні елементи, транспортні засоби.

					030Б – 24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

4.5 Основні техніко-економічні показники ділянки

Таблиця 4.3 – Основні техніко-економічні показники ділянки

<i>Показник</i>	<i>Одиниця</i>	<i>Величина</i>
1. Річний випуск	зб. од.	50000
2. Площа цеху (по плану) в тому числі виробнича	м ²	3620 3600
3. Кількість обладнання	один.	72
4. Загальна кількість працюючих ї в тому числі виробничих	чол	35 21
5. Верстатоемність на 1т маси	верст.-ч.	1,25
6. Середній коефіцієнт завантаження обладнання	%	75,68
7. Питома площа на один основний станок, загальна виробнича	м ²	30,375 20
8. Річний випуск на один основний верстат	верст.-ч.	625
9. Річний випуск на одного виробничого працівника	верст.-ч.	238,09
10. Питома площа на одного виробничого працівника, загальна виробнича	м ²	11,1 7,62

					<i>030Б – 24.00.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Особливим фактором механічної дільниці та цеху є вологість робочого середовища. Специфіка у тому, що на компенсацію від температури, це може бути суб'єктивно дуже важливо сприйняти, а потім оцінити. На організм людини може надаватися негативний вплив зниження вологості на рівні 20% переважно взимку (через опалення) вологість понад 60% в інші сезони.

Щоб запобігти наслідкам, що забезпечується внаслідок термічної напруги через поломку можуть бути розроблені механізми терморегуляції, а також мікрокліматичні показники стресу, щоб вказати на створення ризику термічного стресу в результаті метаболічної ситуації або посиленого фізичного напруження.

Оцінка комфортності робочого середовища дуже важлива, тому що тільки робітник, який працює в оптимальних умовах, може забезпечити діяльність, яка веде дозування суспільства і стійке становище на ринку.

Також важливо забезпечити якість реального виробничого часу, після чого вона може надати надійну, актуальну та своєчасну інформацію, яка може використовуватися під час прийняття рішення щодо запобіжних або знешкодувальних заходів.

Швидке і дешеве будівництво сучасних механічних будівель забезпечується впровадженням новітніх технологій. Водночас значний вплив на сучасну промислову галузь України справляє проблема старіння інфраструктури систем теплопостачання та енергозбереження, яка ускладнюється війною в країні. Це призводить до виникнення критичних умов мікроклімату будь-якого виробничого цеху та дільниці.

Тому для визначення критичних умов мікроклімату виробничого цеху та дільниці при порушеннях системи теплопостачання є одним із актуальних завдань з дослідження динаміки зміни температури внутрішнього повітря в приміщеннях. Дослідження динаміки зміни температури повітря у виробничому цеху та дільниці з метою визначення критичних умов мікроклімату та забезпечення безпечної роботи систем теплопостачання при аварійних відключеннях систем теплопостачання. Є актуальною задачею при визначенні зовнішніх кліматичних факторів (температура навколишнього середовища,

									Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата					

030Б – 24.00.00.00.000ПЗ

сонячна радіація, вплив вітру), що дуже важливо при визначені критичного часу досягнення граничних умов мікроклімату та підтримання безпечної роботи систем теплопостачання у виробничому цеху та дільниці.

5.2 Освітлення виробничих приміщень, розрахунок освітлення

Виробниче освітлення може не відповідати робочим вимогам: недостатня потужність призводить до недостатнього освітлення, що не сприяє підвищенню ефективності промислового виробництва та безпеки його роботи. Занадто висока потужність призводить до занадто яскравого середовища, що призведе до марної витрати матеріальних та моральних ресурсів.

Висота механічного цеху призводить до недостатньої освітленості: діапазон промислових об'єктів становить від 4 до 12 метрів, а більш високі можуть досягати 25 метрів. На освітленість приміщення впливає висота установки світильника, чим вище стеля, тим менше загальна освітленість приміщення. Тобто, ми або збільшуємо потужність промислових ламп, або зменшуємо висоту установки промислових ламп.

Ступінь захисту промислових ламп можуть не відповідати вимогам: для вологих, запилених, легкозаймистих і вибухонебезпечних середовищ розробники повинні вибрати високий рівень IP (рівень захисту), щоб переконатися, що вони відповідають світовим стандартам безпеки освітлення. Якщо рівень IP недостатній та малий, термін служби ламп буде скорочений, і виникнуть серйозні аварії при виробництві.

Дискомфорт при цьому: системи промислового освітлення є фундаментальними для будь-якого середовища, забезпечуючи належну видимість у приміщенні вночі. Однак неправильно розміщені промислові освітлювальні прилади можуть спричинити відблиски, які можуть змінюватися від дискомфорту та до погіршення зору.

					030Б – 24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

$$B = \frac{I_{\alpha}}{S \cos \alpha},$$

ρ – коефіцієнт відбивання.

$$\rho = \frac{\Phi_{\text{відб}}}{\Phi_{\text{над}}},$$

ρ – в залежності від коефіцієнта відбивання, фон може бути світлим при $\rho = 0,4$, середнім при $\rho = 0,2 \dots 0,4$ і темним при $\rho < 0,2$.

На машинобудівних підприємствах для створення світлового комфорту використовують природне освітлення, яке змінюється в залежності від пори року географічної широти і години доби, ступеня хмарності.

Природне освітлення в приміщенні ділять в залежності від характеристики зорової роботи на такі: від найменшого розміру об'єкту розпізнавання, розряду зорової роботи, системи освітлення, а також контрасту об'єкту з фоном.

Для природного освітлення нормованим параметром є КПО, який розраховують:

$$КПО = E \cdot m \cdot c,$$

де m – коефіцієнт світлового клімату;

c – коефіцієнт сонячності в залежності від орієнтації сторін будівлі до сторін світу.

Норми освітленості і значення КПО для деяких виробничих процесів (таблиця 5.2).

					<i>030Б – 24.00.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 5.2 – Норми освітленості промислових будівель

Цех, дільниця, обладнання	Найменший розмір об'єкта розміщення	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону
Ремонтно-механічні і інструментальні цехи	Від 0,15 до 0,3	малий середній великий	світлий середній темний
Складальний цех великих виробів	Від 0,5 до 1,0	малий	темний

Визначення необхідної площі світлових прийомів – це основна задача світлотехнічних розрахунків для природнього освітлення.

Механічна дільниця має верхнє природне освітлення:

$$100 \frac{S_{\phi}}{S_n} = \frac{l_n \cdot K_3 \cdot \eta_{\phi}}{r_0 \cdot r_r \cdot K_{\phi}},$$

де S_{ϕ} – площа світлових прийомів;

S_n – площа підлоги;

l_n – нормоване значення КПО;

$K_3 = 1,4$ – коефіцієнт запасу;

η_{ϕ} – світлова характеристика вікон;

r_0 – загальний коефіцієнт світло пропускання

$$r_{\Sigma} = r_1 r_2 r_3 r_4 r_5,$$

де $r_1 = 0,8$

$r_2 = 0,7$

$r_3 = 0,8$

$r_4 = 1,0$

					030Б – 24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

$$r_5 = 0,9$$

$$r_\Sigma = 1,4$$

$$\eta_\phi = 3,8$$

$$K_\phi = 1,2$$

Коефіцієнт КПО при верхньому освітленні буде рівний:

$$e_p^g = [E_e + E_{cp} \cdot (r_\Sigma \cdot K_\phi - 1)] \frac{r_0}{K_3},$$

де E_e – геометричний КПО в розрахунковій точці при верхньому освітленні

E_{cp} – середнє значення геометричного КПО при верхньому освітленні

$$E_{cp} = 1 / N(E_{e1} + E_{e2} + E_{e3} + \dots + E_{eN}),$$

де N – кількість розрахункових точок,

$E_{e1}, E_{e2}, \dots, E_{eN}$ – геометричне КПО в розрахункових точках.

Геометричний коефіцієнт природного освітлення в будь-якій точці приміщення:

$$E_e = 0,01 \times n \times E$$

де $n_v = 5$ – кількість проїомів, які проходять від неба в розрахункову точку через світлові проїоми.

$$E_{e1} = 0,01 \times 5 \times 60 = 3$$

					030Б – 24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

$$E_{e2}=0,01 \times 4 \times 75=3$$

$$E_{e3}=0,01 \times 3 \times 90=2,7$$

.....

$$E_{cp}=1/3(3+3+2,7)=2,9$$

Визначаємо загальний коефіцієнт світло пропускання:

$$r_0 = 0,8 \times 0,7 \times 0,8 \times 1 \times 0,9=0,403$$

Знаходимо площу світлових пройомів. Приймаємо площу світлових пройомів $S_{\phi}= 14 \text{ м}^2$.

При площі пройому $1 \cdot 2=2 \text{ м}^2$ маємо 4 світлових пройомів.

Контроль стану освітлення проводиться 1 раз на рік. Освітленість на робочих місцях механічної ділянки перевіряється за допомогою фотоелектричних приладів Ю-116, Ю-117.

5.3 Охорона навколишнього середовища

Охорона навколишнього середовища в тій чи іншій формі завжди застосовувалася та застосовується людьми. Оскільки антропогенний тиск на навколишнє середовище посилювався протягом останніх століть, потреба в систематичному захисті навколишнього середовища зростає з кожним часом. Це призводить до значного експериментування з внутрішніми та міжнародними заходами, які використовуються для досягнення цілей охорони навколишнього середовища у промисловості.

Завдяки більшому усвідомленню складності екологічних проблем, зростає визнання того, що захист навколишнього середовища найкраще досягається та відбувається шляхом використання багатостороннього підходу. Це вимагає використання комбінації економічних, регулятивних, добровільних та інформаційних інструментів, коли комплекс стратегій визначається на основі наявних доказів щодо економічної ефективності того чи іншого виробництва.

					030Б – 24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У результаті поставленого керівником завдання виконані наступні висновки та отримані результати:

- проаналізовано діючий варіант ТП виготовлення деталі „Корпус СМІ-ІМС-001” та спроектовано нову металомістку заготовку даного корпусу коробки передач;
- проведено структурний аналіз технологічного процесу „Корпусу СМІ-ІМС-001”;
- розраховані величини припусків операційних розмірів та проведено розмірний аналіз нового варіанту технологічного процесу „Корпусу СМІ-ІМС-001”;
- для ТП визначені режими різання, норми часу та операційної механічної обробки;
- спроектовано та сформоване нове технологічне оснащення;
- спроектовано механічну дільницю виготовлення „Корпус СМІ-ІМС-001”
- зроблені відповідні висновки та рекомендації.

					<i>030Б – 24.00.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Зам.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		