

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 ПММ-01-001-0001ВЗ**

спеціальність 131 Прикладна механіка
(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Прикладна механіка»
(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи ІМ-1
Жигалкін Богдан Володимирович

(підпис)

Керівник:
к.т.н., доцент
Зубовецька Наталія Тарасівна

(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

Жигалкіну Богдану Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Проектування ділянки з розробкою технологічного процесу механічної обробки деталі корпусу ПММ-01-001-0001ВЗ

Керівник роботи: Зубовецька Наталя Тарасівна, к.т.н., доцент, 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 ПММ-01-001-0001ВЗ, 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
дільниці – 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 дільниці.</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)

Жигалкін Б.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)

Зубовецька Н.Т.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Жигалкін Б.В. Проектування ділянки з розробкою технологічного процесу механічної обробки деталі корпусу ПММ-01-001-0001ВЗ. 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 ділянки проведені необхідні розрахунки і пояснення, на базі яких спроектовано план механічної ділянки обробки заданої деталі. Розглянуті питання охорони праці, а також проведені відповідні висновки.

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

ABSTRACT

Zhygalkin B.V. Design of the site with the development of the technological process of mechanical processing of the part ПММ-01-001-0001В3. 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.

ЗМІСТ

ст.

ВСТУП

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

- 1.1 Службове призначення і характеристика об'єкта виробництва, аналіз технічних умов на деталь
- 1.2 Вибір методу одержання заготовки
- 1.3 Вибір методу обробки поверхонь
- 1.4 Визначення типу та організаційної форми виробництва

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

- 2.1 Аналіз технологічності конструкції деталі
- 2.2 Вибір технологічних баз
- 2.3 Визначення допусків на технологічні розміри і розрахунок припусків
- 2.4 Розмірний аналіз технологічного процесу
- 2.5 Розрахунок режимів різання, вибір обладнання
- 2.6 Нормування технологічного процесу

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

- 3.1 Проектування технологічного оснащення
 - 3.1.1 Вибір і обґрунтування принципу дії пристрою, структурної схеми
 - 3.1.2 Силевий розрахунок параметрів приводу
 - 3.1.3 Розрахунок пристрою на точність
- 3.2 Розрахунок на точність контрольного пристрою

4 ПРОЕКТУВАННЯ МЕХАНІЧНОЇ ДІЛЬНИЦІ

- 4.1 Уточнення типу виробництва
- 4.2 Визначення кількості працівників на дільниці
- 4.3 Розрахунок виробничої площі дільниці
- 4.4 Розробка технологічного планування дільниці

					003Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.5 Основні техніко-економічні показники ділянки

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

ДОДАТОК

					003Б-24.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика об'єкта виробництва та службове призначення, аналіз ТУ на корпус ПММ-01-001-0001В3

Корпус ПММ-01-001-0001В3 служить для автоматичного гідравлічного розтиску та затиску металорізального інструменту з хвостовиком. Тут вцілому монтується циліндр для переключання кінематики, датчик контролю обертів шпинделя.

Базовою деталлю блоку ПММ-01-001-000 є корпус ПММ-01-001-0001В3. Він призначений для монтування основних складових вузла. Тому ці деталі виготовляються з 7–8 квалітетом точності та відповідною шорсткістю $R_a0,32\text{мкм}$.

Матеріал – сталь 40Х ГОСТ4543-91.

Механічні властивості сталі 40Х ГОСТ4543-91:

- міцності границя – 780 МПа;
- витривалості границя – 980 МПа;
- видовження відносно – 10%.

Зі службового призначення деталі можна констатувати, що технічні вимоги (ТУ) на деталь «корпус ПММ-01-001-0001В3» відповідають її службовому призначенню.

Торцеві поверхні 1 і 6 прилягають до інших деталей вузла, тому допуски до 0,02мм задано правильно. Базовий отвір 8 підлягає азотуванню, тому що він контактує із зовнішнім діаметром поршня. Всі допуски на радіальне биття отворів відносно базового отвору складають 8. Це вимоги складання. Поверхні-отвори через вал та поршень контактують з отвором 8. Отвір 8 має шорсткість $R_a=0,32\text{ мкм}$, це відповідає вимогам складального вузла. Тут поршень має постійний рухомий контакт з деталлю.

										Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата						

003Б–19.00.00.00.000ПЗ

1. Верстат 1Б284:

$$C_{п.з} = 12,43 \text{ коп/хв.}; \quad T_{шт} = 11,6 \text{ хв};$$

$$C_{01} = \frac{12,43}{1000} \cdot 11,6 = 1,44 \text{ грн}$$

2. Верстат 6Р82Г:

$$C_{п.з} = 9,49 \text{ коп/хв.}; \quad T_{шт} = 17,4 \text{ хв};$$

$$C_{02} = \frac{9,49}{1000} \cdot 17,4 = 1,65 \text{ грн}$$

Економічний ефект від виготовлення виливка в кокіль:

$$E = ((M + C_{oi} + C_{o2}) - S_{заг}) \cdot N = ((70,74 + 1,44 + 1,65) - 63,89) \cdot 35000 = 348950 \text{ грн}$$

1.3 Вибір методу обробки поверхонь

Різні поверхні деталі виконують різні функції відповідно до службового призначення, тому ці вимоги можуть бути різними: за шорсткістю, за точністю, твердістю, тощо. Ці вимоги забезпечуються використанням різноманітних технологічних методів обробки. Тому їх вибирають з урахуванням габаритних розмірів, характеру, властивостей матеріалу, точності вихідної заготовки, наявності обладнання.

За допомогою коефіцієнтів уточнення можна встановити можливі методи оброблення:

$$\varepsilon_{yi} = \frac{T_{i-1}}{T_i},$$

де T_{i-1} – на попередньому переході допуск;

T_i – на поточному переході допуск.

Кількість необхідних технологічних переходів:

$$n_i = \frac{\lg \cdot \varepsilon_{yi}}{0,46},$$

Обробляємо отвір $\varnothing 80 \text{ H7}$ зі шорсткістю $R_a = 1,25 \text{ мкм}$.

									Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата					

003Б-19.00.00.00.000ПЗ

Цей метод литва у кокіль – дозволяє отримати отвір на заготівельний операції з допуском по 15–14 квалітету і шорсткістю 160–250 мкм, $R_a = 20 \dots 12,5$ мкм.

Уточнення буде складати:

$$\varepsilon_y = \frac{630}{30} = 21,0$$

Кількість переходів:

$$n = \frac{\lg 21,0}{0,46} = 2,87$$

Приймаємо $n = 3$.

В якості завершального переходу буде алмазне розточування. Вибираємо чистове і чорнове розточування.

1) розточування чорнове – 11 квалітет точності, допуск 195 мкм, шорсткість 6,3 мкм;

2) розточування чистове – 9 квалітет точності, допуск 79 мкм, шорсткість 1,6 мкм;

3) розточування алмазне – 7 квалітет точності, допуск 36 мкм, шорсткість 0,32 мкм.

По переходах:

$$\varepsilon_{y1} = \frac{630}{190} = 3,32$$

$$\varepsilon_{y2} = \frac{190}{74} = 2,57$$

$$\varepsilon_{y3} = \frac{74}{30} = 2,47$$

Сумарна уточнення:

$$S_{y\Sigma} = \varepsilon_{y1} \cdot \varepsilon_{y2} \cdot \varepsilon_{y3} = 3,32 \cdot 2,47 \cdot 2,37 = 22,0$$

Умова ця $\varepsilon_{y\Sigma} \geq \varepsilon_y$ буде виконуватися.

Тому методи оброблення вибрано правильно та чітко. Це зводимо в таблицю 1.1.

									Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата					

003Б–19.00.00.00.000ПЗ

Деталь має торці поверхні 1, 10 з високими допусками при низькій точності.
Призначаємо: 1) чорнове підрізання-точіння; 2) шліфування одноразове.

Тому згідно розрахунків призначаємо однократне оброблення.

1.4 Визначення типу та організаційної форми промислового виробництва

Типи виробництва визначаємо за $K_{з.о.}$:

$$K_{з.о.} = \frac{\Sigma O}{\Sigma C_{пр}}$$

ΣO – кількість всіх операцій на дільниці;

$C_{пр}$ – кількість верстатів на дільниці;

Кількість операцій буде визначатися:

$$O = \frac{\eta_{з.норм}}{\eta_{з.факт}}$$

де $\eta_{з.норм}$ - коефіцієнт завантаження устаткування = 0,85 для великосерійного виробництва;

$\eta_{з.факт}$ - фактичний.

$$\eta_{з.факт} = \frac{m_p}{C_{пр}}$$

$C_{пр}$ - кількість устаткування.

$$C_p = \frac{1}{60} \cdot \frac{T_{шт} \cdot N}{\Phi_0}$$

$T_{шт}$ – штучний час на операцію, хв;

N – річна програма випуску, $N = 35000$ шт;

Φ_0 - дійсний річний фонд часу роботи устаткування.

$$K_{з.о.} = \frac{30}{21} = 1,43$$

$K_{з.о.}$ лежить в межах 1...10, звідси великосерійне виробництво та організаційну форму виробництва.

									Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата					

003Б-19.00.00.00.000ПЗ

Такт випуску:

$$\tau = \frac{\Phi_d \cdot 60}{N},$$

$$\tau = \frac{60 \cdot 4055}{35000} = 6,95 \text{ хв}$$

Організаційна форма виробництва буде розраховуватися за коефіцієнтом потоковості R.

$$R = \frac{T_{шт.сер}}{\tau},$$

де $T_{шт.сер}$ –штучний час середній на операції, хв.

$$T_{шт.сер} = \frac{3,2 + \frac{11,6}{2} + \frac{8,2}{2} + \frac{9,5}{2} + 2,8 + \frac{6,9}{2}}{14} + \frac{\frac{23,2}{2} + 5,2 + 4,3 + 2,7 + 5,9 + 3,4 + 2,7 + 2,0}{14} = 4,61 \text{ хв}$$

$$R = \frac{4,61}{6,95} = 0,6$$

Маємо визначену поточкову форму організації виробництва, бо $R > 0,6$.

									Арк.
Зам.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата	003Б-19.00.00.00.000ПЗ				

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Аналіз технологічності конструкції корпусу ПММ-01-001-0001ВЗ

Відпрацювання корпусу ПММ-01-001-0001ВЗ на технологічність з метою використання ефективних засобів обробки та побудови технологічних процесів. При конструюванні виробу треба не тільки забезпечити його характеристики експлуатаційні, а й вимоги до виготовлення економічного.

Відпрацювання корпусу ПММ-01-001-0001ВЗ на технологічність включає в оцінку технологічності конструкції на рівнях якісному та кількісному.

Переваги:

1. Деталь має чітку геометричну форму, це полегшує базування в процесі механічного оброблення.

2. Механічні властивості та фізико-хімічні, матеріалу деталі, її форма і розміри відповідають чітко усім вимогам технології виготовлення.

3. Показники базових поверхонь (точність, шорсткість) деталі забезпечують можливість застосування типового технологічного процесу.

4. Обробка поверхонь буде на прохід і допускає застосування високопродуктивного хорошого устаткування.

5. Корпус ПММ-01-001-0001ВЗ має базові поверхні для початкового оброблення.

6. Конструкція корпусу ПММ-01-001-0001ВЗ дозволяє застосувати граничні калібри для контролю та не вимагає застосування цікавих вимірювальних пристроїв.

Розрахуємо якості кількісних показників технологічності:

- $K_{ун}$;
- K_m ;
- $K_{ш}$.

Всі дані про шорсткість, точність, уніфікованість оброблюваної поверхні наведено у таблиці 2.1.

					003Б – 24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 – Шорсткість, точність та уніфікованість оброблюваних
поверхонь деталі корпус ПММ-01-001-0001В3

Назва	Кільк. Пов.	Кільк. уніфіков. Повер.	R_a	Квалітет
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Торець 1	1	-	2,5	14
Канавка 2, 5	1	-	12,5	14
Отвір 3	1	-	1,25	7
Торець 4	1	-	12,5	14
Отвір 6	1	-	12,5	14
Канавка 7	1	-	12,5	14
Отвір 8	1	-	0,32	8
Фаска 9, 63	1	-	2,5	14
Торець 10	1	-	2,5	14
Поверхня 11	1	-	12,5	14
Поверхня 12, 13, 14, 16, 17	6	-	12,5	14
Поверхня 15, 19, 20, 21, 23	5	-	12,5	14
Отвір 24	18	18	12,5	14
Поверхня 25, 26, 28	4	-	12,5	14

					<i>003Б – 24.00.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Зам.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 2.1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Отвір 29	12	12	12,5	14
Отвір 34	1	1	12,5	14
Отвір 36	5	5	12,5	14
Отвір 37	2	2	12,5	14
Отвір 38	12	12	12,5	14
Паз 47	1	-	12,5	14
Отвір 52	6	6	12,5	14
Канавка 53, 55	1	-	12,5	14
Торець 56, 57, 59	3	-	12,5	14
Отвір 60	1	-	12,5	7
Отвір 62	3	3	12,5	14
Отвір 69, 70	6	6	12,5	14
Отвір 65	1	-	2,5	8
Канавка 71	1	-	2,5	11
Торець 72	1	-	12,5	14
<i>Всього</i>	$Q_{\phi}=99$	$R_{yn} = 65$		

1. Коефіцієнт технологічності:

$$K_{y.e.} = \frac{Q_{y.e.}}{Q_{\phi}} = \frac{65}{99} = 0,56 > 0,6 \text{ звідси, деталь не технологічна.}$$

Технологічність деталі піднімають за рахунок обробки отворів Ø60, Ø80 Н7, Ø81 Н8, Ø110 Н7, а також осьовим інструментом – зенкерами, свердлами, розвертками замість розточування та внутрішнього шліфування.

2. По квалітетах точності:

$$K_{m.ч} = 1 - \frac{1}{A_{сер}}$$

									Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	<i>003Б – 24.00.00.00.000ПЗ</i>				

$$A_{\text{ср.}} = \frac{(14 \cdot 94 + 11 \cdot 1 + 8 \cdot 2 + 7 \cdot 2)}{99} = 13,7$$

$$T_{\text{ср.}} = \frac{\sum T_i n_i}{\sum n_i},$$

$$K_{\text{т.ч}} = 1 - \frac{1}{13,7} = 0,93 > 0,8, \text{ звідси деталь технологічна.}$$

3. По шорсткості поверхні:

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{B_{\text{ср}}}, \quad (2.9)$$

$$B_{\text{ср.}} = \frac{(12,5 \cdot 91 + 2,25 \cdot 5 + 1,25 \cdot 2 + 0,32 \cdot 1)}{99} = 11,65$$

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{11,65} = 0,09 < 0,32 \text{ звідси, деталь технологічна.}$$

Для збільшення технологічності деталі необхідно замінити розмір пов. 20 125 мм на 124 мм. Це дає можливість робити фрезерування поверхні в розмір 20, 21, 76 наладкою фрез у поворотному верстатному пристрої.

2.2 Вибір технологічних баз

Від правильного вибору технологічних баз завжди залежать такі фактори:

- правильність розташування поверхонь;
- точність виконання розмірів;
- продуктивність оброблення заготовки;
- складність пристроїв різальних тінструментів.

Робоче креслення корпусу ПММ-01-001-0001ВЗ, технічні умови на виготовлення, вид заготовки та стан її поверхонь, бажаний ступінь механізації та автоматизації процесу механічного оброблення – це вихідні дані для вибору баз слугують:.

Основною базою буде отвір Ø105 Н8, виходячи з технологічних умов, заданих на кресленні деталі корпусу ПММ-01-001-0001ВЗ.

									Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата					

003Б – 24.00.00.00.000ПЗ

Базування на операціях по обробці отвору Ø80 H7. У нас задано радіальне биття отвору Ø80 H7 відносно отвору Ø105 H7, яке не більше 0,02 мм.

Отвір Ø80 H7 обробляється при допомозі та базуванні деталі на Ø105 H8 за допомогою розжимній оправці з базуванням по діаметру. Основна база отвору Ø105H8 буде оброблюватися при базуванні по 2-х варіантах.

Перший варіант деталь базуємо на отвір Ø80 та торець корпусу ПММ-01-001-0001В3.

Другий варіант – по зовнішньому діаметру корпусу ПММ-01-001-0001В3. Похибки при базуванні по цих 2-х варіантах:

I варіант:

$$w_{A\Delta} = w_{A1} + w_{A2} = 0,015 + 0,023 = 0,033 \text{ мм};$$

II варіант:

$$w_{AB'} = w_{A'} + w_{A2'} + w_{A3'} = 0,015 + 0,023 + 0,2 = 0,233 \text{ мм}.$$

Базування по I варіанту більш доцільне.

Інші отвори обробляються остаточно з однієї установки в Ø105H8.

Схематичне зображення вибору баз представлено на рисунку 2.1.

					<i>003Б – 24.00.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Зам.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

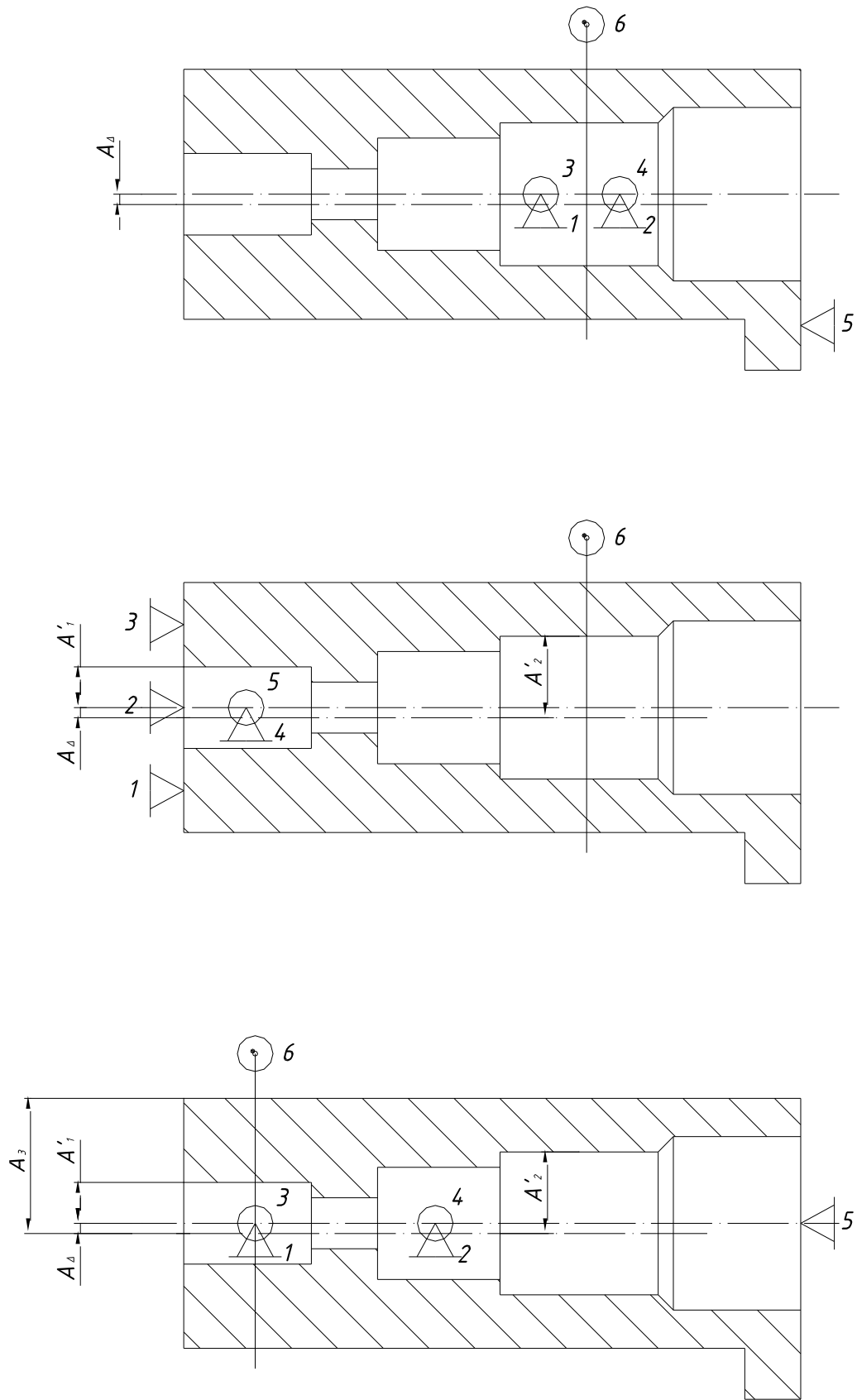


Рисунок 2.1 – Остаточний вибір технологічних баз

Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата

003Б – 24.00.00.00.000ПЗ

Арк.

2.3 Допуски та їх визначення на технологічні розміри, розрахунок припусків

Для визначення необхідної точності поверхонь будемо вибирати припуски на механічну обробку. Величина міжопераційних припусків буде залежати від точності на виконуваний розмір, точності заготовки, а також економічної точності прийнятого методу обробки.

Величину допуску синхронізуємо з величиною припуску на всі операціях, переходи, а також визначаємо припуски статистичним методом по відповідним нормативах для двох операцій. Аналітичним способом розраховуємо припуск по емпіричних формулах, враховуючи звичайно симетричність та несиметричність розташування відповідних припусків.

Величина припуску має бути достатньою для того, щоб ліквідувалися різноманітні дефекти заготовки, а це дефектний шар, нерівності, відхилення від заданого розміру і форми.

Припуск тут буде достатній при розмірі заготовки для поверхонь і при найбільшому розмірі заготовки для всіх внутрішніх поверхонь.

Аналітичним способом будемо призначати припуски для отвору $\varnothing 80 H7$.

В таблиці 2.2 приведено інші оброблювані припуски табличним способом.

Призначаємо напуски на поверхні, що не вказані в таблиці 2.2,

									Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата					

003Б – 24.00.00.00.000ПЗ

Таблиця 2.2 - Припуски, які визначені табличним методом

Поверхня	Розмір	Припуск	Допуск
1	275	5	$\pm 0,24$
10	275	5	$\pm 0,24$
6	$\varnothing 60$	2 · 3	$\pm 0,2$
3	$\varnothing 80$	2 · 3,5	$\pm 0,24$
60	$\varnothing 110$	2 · 4	$\pm 0,24$
20	124	2	$\pm 0,2$
23	59	2	$\pm 0,2$
11	$\varnothing 135$	2 · 3	$\pm 0,2$
21	65	2	$\pm 0,2$
76	124	2	$\pm 0,2$

Діаметр отвору - $d_{\text{ном}} = 80$ мм

Оброблення отвору передбачає відповідні переходи, після яких отримується задана точність, а це відповідно:

1. Зенкерування чорнове: 12; $Td_1 = 0,140$ мм
2. Розточування напівчистове: 10; $Td_2 = 0,1$ мм
3. Шліфування: 7; $Td_3 = 0,054$ мм

Допуск заготовки – $Td_0 = 1,400$ мм

Верхнє відхилення корпусу заготовки – $ES_0 = 0,7$ мм

Верхнє відхилення корпусу – $ES_3 = 0,054$ мм

Висота нерівностей нашого профілю R_z .

Заготовка – $RZ_0 = 0,200$ мм

Зенкерування чорнове – $RZ_1 = 0,05$ мм

Розточування чистове – $RZ_2 = 0,02$ мм

Шліфування – $RZ_3 = 0,005$ мм

Заготовка - $T_0 = 0,300$ мм

Зенкування чорнове – $T_1 = 0,050$ мм

					<i>003Б – 24.00.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Розточування напівчистове - $T_2 = 0,025$ мм

Шліфування – $T_3 = 0,010$ мм

Допустиме відхилення $x = 0,25$ мм

Допустиме відхилення $y = 0,2$ мм

Величина просторового відхилення короблення визначається:

$$\rho_{зм_0} = \sqrt{x^2 + y^2} ,$$

$$\rho_{зм_0} = 0,32 \text{ мм}$$

Величина просторового відхилення короблення: $\Delta k = 0,005$ мм

$$l = 40 \text{ мм}$$

$$d = 80 \text{ мм}$$

$$\rho_{кор_0} = \sqrt{(\Delta k \cdot d)^2 + (\Delta k \cdot l)^2} ,$$

$$\rho_{кор_0} = 0,447 \text{ мм}$$

Сумарне просторове відхилення заготовки:

$$\rho_0 = \sqrt{(\rho_{зм_0})^2 + (\rho_{кор_0})^2} ,$$

$$\rho_0 = 0,55 \text{ мм}$$

Сумарне просторове відхилення після зенкерування чорнового:

$$\rho_1 = 0,06 \cdot \rho_0 \quad \rho_1 = 0,033 \text{ мм}$$

Сумарне просторове відхилення після розточування чистового:

$$\rho_2 = 0,04 \cdot \rho_0 \quad \rho_2 = 0,022 \text{ мм}$$

Сумарне просторове відхилення після шліфування:

$$\rho_3 = 0,015 \cdot \rho_0 \quad \rho_3 = 8,25 \cdot 10^{-3} \text{ мм}$$

Звідси бачимо - похибка встановлення ε .

Похибка базування буде виникати за рахунок перекосу заготовки в горизонтальній площині при встановленні її на верстатному пристрої.

Похибку базування $\varepsilon_{11} = 0$ мм.

Похибку закріплення $\varepsilon_{12} = 0,10$ мм

Похибка встановлення при розточуванні чорновому:

											Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата							

003Б – 24.00.00.00.000ПЗ

Розмір d_{p0} для заготовки:

$$d_{p0} = d_{p1} - Z_{\min 1}$$

$$d_{p0} = 77,534 \text{ мм}$$

Хонінгування

$$d_{\max 3} = d_{p3}$$

$$d_{\max 3} = 80,05 \text{ мм}$$

Напівчистове розточування

$$d_{\max 2} = d_{p2}$$

$$d_{\max 2} = 79,92 \text{ мм}$$

Чорнове розточування

$$d_{\max 1} = d_{p1}$$

$$d_{\max 1} = 79,65 \text{ мм}$$

Заготовка

$$d_{\max 0} = d_{p0}$$

$$d_{\max 0} = 77,5 \text{ мм}$$

Далі проводимо визначення найбільших граничних розмірів по переходах.

Граничний розмір для шліфування:

$$d_{\min 3} = d_{\max 3} - T_{d3}$$

$$d_{\min 3} = 80 \text{ мм}$$

Граничний розмір для розточування напівчистового:

$$d_{\min 2} = d_{\max 2} - T_{d2}$$

$$d_{\min 2} = 79,82 \text{ мм}$$

Граничний розмір для зенкерування чорнового:

$$d_{\min 1} = d_{\max 1} - T_{d1}$$

$$d_{\min} = 79,51 \text{ мм}$$

Граничний розмір для заготовки:

$$d_{\min 0} = d_{\max 0} - T_{d0}$$

$$d_{\min 0} = 76,1 \text{ мм}$$

Далі проводимо визначення найменших граничних розмірів припусків по переходах.

Для шліфування найменший граничний розмір припуску:

$$Z_{\text{прmin}3} = d_{\max 3} - d_{\max 2}$$

$$Z_{\text{прmin}3} = 0,135 \text{ мм}$$

Для напівчистового розточування найменший граничний розмір припуску:

$$Z_{\text{прmin}2} = d_{\max 2} - d_{\max 1}$$

$$Z_{\text{прmin}2} = 0,267 \text{ мм}$$

Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата

003Б – 24.00.00.00.000ПЗ

Арк.

Для чорнового зенкерування найменший граничний розмір припуску:

$$Z_{npmin1} = d_{max1} - d_{max0}$$

$$Z_{npmin1} = 2,118 \text{ мм}$$

Для шліфування найбільший граничний розмір припуску:

$$Z_{npmin3} = d_{max3} - d_{min2}$$

$$Z_{npmin3} = 0,181 \text{ мм}$$

Для напівчистового розточування найбільший граничний розмір припуску:

$$Z_{npmin2} = d_{min2} - d_{min1}$$

$$Z_{npmax2} = 0,307 \text{ мм}$$

Для чорнового зенкерування найбільший граничний розмір припуску:

$$Z_{npmax1} = d_{min1} - d_{min0}$$

$$Z_{npmin1} = 3,378 \text{ мм}$$

Сумарний мінімальний припуск: $\sum Z_{npmin} = 2,52 \text{ мм}$

Сумарний максимальний припуск: $\sum Z_{npmax} = 3,866 \text{ мм}$.

Номинальний припуск заготовки: $Z_{ном} = \sum Z_{npmin} + ES_0 - ES_2$

$$Z_{ном} = 3,22 \text{ мм}.$$

Номинальний діаметр заготовки: $d_{ном0} = d_{p3} - Z_{ном}$

$$d_{ном0} = 76,834 \text{ мм}.$$

Приймаємо номінальний діаметр заготовки: $d_{ном0} = 76,8 \text{ мм}$

Перевірка розрахунків:

$$Z_{npmax2} - Z_{npmin2} = 0,04, \quad Td_1 - Td_2 = 0,04$$

$$Z_{npmax1} - Z_{npmin1} = 1,26, \quad Td_0 - Td_1 = 1,26$$

										Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	003Б – 24.00.00.00.000ПЗ					

Таблиця 2.3 – Розрахунок припусків і граничних розмірів на отвір Ø80 H7

Переходи обробки Ø80H7	Припуск мкм				Розрах. припуск $2Z_{\min}$, мм	Розрах. р-р, мм	δ , мкм	Гра-ний розмір, мм		Значення припусків, мм	
	R_z	T	ζ	ε				d_{\min}	d_{\max}	$2Z_{\min}^{cp}$	$2Z_{\max}^{cp}$
Заготовка	200	300	537	-	-	80	30				
Зенкерув.	80	50	27	100	1,41	79,96	20	79,85	79,93	200	320
Розточ.	50	20	-	-	0,14	79,65	10	79,53	79,65	10	5
Шліфув.	20	-	-	-	0,11	77,53	5	76,13	77,53	0	0
<i>Разом</i>										<i>210</i>	<i>325</i>

2.4 Розмірний аналіз ТП

Розмірний аналіз встановлює взаємозв'язок деталей і складальних одиниць, що входять в конструкцію машини, визначає методи досягнення точності, аналізує правильність простановки розмірів і допусків на кресленнях, підвищує технологічність деталі та конструкції у цілому тощо.

Під час проектування ТП обробки деталі ПММ-01-001-0001ВЗ створюється послідовність формування розмірних і геометричних зв'язків. Кожний зв'язок утворюється як лінійний розмір, одна з яких оброблювана, інша – технологічна база. В процесі обробки при перебазуванні деталі розмірний аналіз визначає початкові розміри заготовки та поміжні розміри деталі, а також величини допусків на них.

					003Б – 24.00.00.00.000ПЗ						Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата							

Вихідні дані:

$$A_1 = 275 \pm 0,65; \quad A'_5 = \frac{1}{2} A_5 = 25^{+0,0125};$$

$$A_2 = 208 \pm 0,575; \quad A'_6 = \frac{1}{2} A_6 = 14 \pm 0,13;$$

$$A_3 = 55 \pm 0,37; \quad A'_7 = \frac{1}{2} A_7 = 30 \pm 0,185;$$

$$A_4 = 186 \pm 0,575; \quad A'_8 = \frac{1}{2} A_8 = 40^{+0,015};$$

$$A_5 = 162 \pm 0,5; \quad A'_9 = \frac{1}{2} A_9 = 40,5^{+0,027};$$

$$A'_{10} = \frac{1}{2} A_{10} = 52,^{+0,027}.$$

$$Z_{1\min} = 2,2 \text{ мм}; \quad Z_{10\min} = 1,8 \text{ мм};$$

$$Z_{2\min} = 0,2 \text{ мм}; \quad Z_{11\min} = 1,8 \text{ мм};$$

$$Z_{3\min} = 2,2 \text{ мм}; \quad Z_{12\min} = 2 \text{ мм};$$

$$Z_{4\min} = 1,8 \text{ мм}; \quad Z_{13\min} = 0,5 \text{ мм};$$

$$Z_{5\min} = 1,8 \text{ мм}; \quad Z_{14\min} = 0,1 \text{ мм};$$

$$Z_{6\min} = 2 \text{ мм}; \quad Z_{15\min} = 2 \text{ мм};$$

$$Z_{7\min} = 0,5 \text{ мм}; \quad Z_{16\min} = 0,5 \text{ мм};$$

$$Z_{8\min} = 2 \text{ мм}; \quad Z_{17\min} = 2 \text{ мм};$$

$$Z_{9\min} = 0,5 \text{ мм}; \quad Z_{18\min} = 0,5 \text{ мм};$$

					<i>003Б – 24.00.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

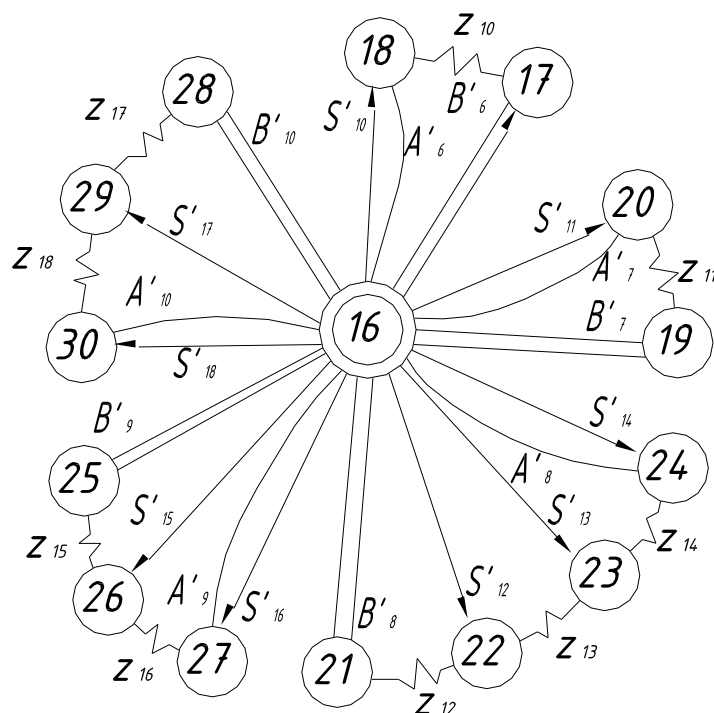
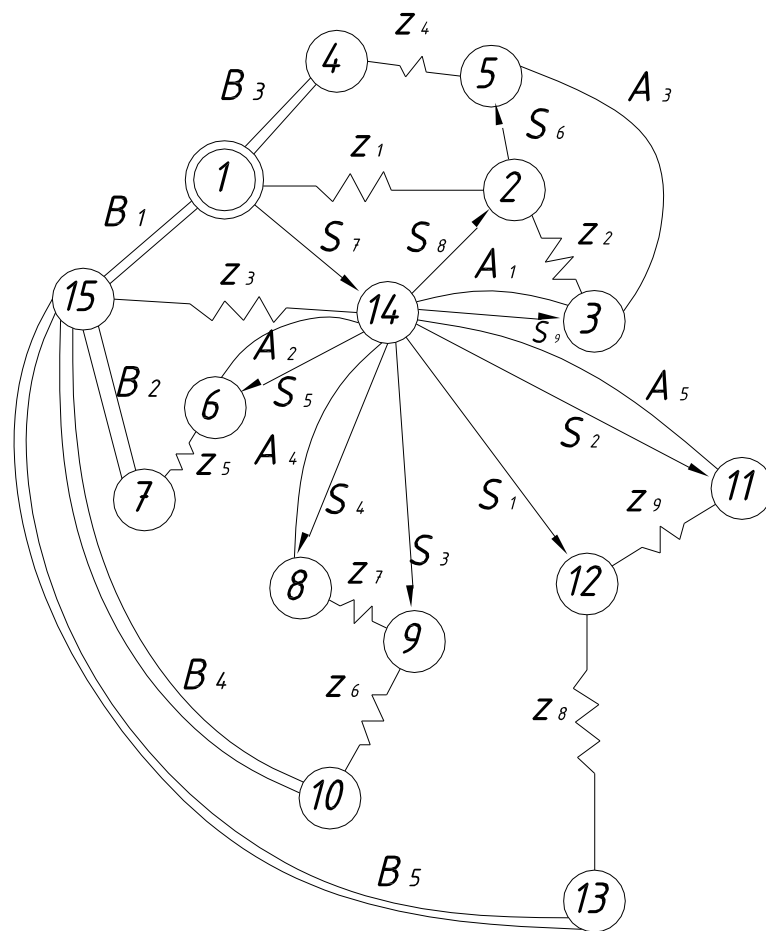


Рисунок 2.2 – Граф конструкторсько-технологічний

						003Б – 24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата			

Розміри, які визначили під час розмірного аналізу:

$$S_1 = 160^{+1,0}_{-0,3};$$

$$S_{10} = 2S'_{10} = 28 \pm 0,26;$$

$$S_2 = 162,5 \pm 0,5;$$

$$S_{11} = 2S'_{11} = 60 \pm 0,37;$$

$$S_3 = 184^{+0,925}_{-0,575};$$

$$S_{12} = 2S'_{12} = 78,6^{+0,126}_{-0,174};$$

$$S_4 = 186 \pm 0,575;$$

$$S_{13} = 2S'_{13} = 79_{-0,074};$$

$$S_5 = 208 \pm 0,575;$$

$$S_{14} = 2S'_{14} = 80^{+0,030};$$

$$S_6 = 59^{+0,87}_{-0,37};$$

$$S_{15} = 2S'_{15} = 80_{-0,170};$$

$$S_7 = 282^{+0,250}_{-1,450};$$

$$S_{16} = 2S'_{16} = 81^{+0,054};$$

$$S_8 = 277^{+1,350}_{-0,150};$$

$$S_{17} = 2S'_{17} = 104_{-0,220};$$

$$S_9 = 275 \pm 0,650;$$

$$S_{18} = 2S'_{18} = 52,5^{+0,027}$$

$$B_1 = 286^{+0,550}_{+1,550};$$

$$B_2 = 206^{+1,825}_{-0,025};$$

$$B_3 = 59^{+0,03}_{-1,17};$$

$$B_4 = 183^{+0,625}_{-1,225};$$

$$B_5 = 158^{+1,9}_{-0,3};$$

$$B_6 = 2B'_6 = 24^{+0,140}_{-0,700};$$

$$B_7 = 2B'_7 = 56^{+0,030}_{-1,170};$$

$$B_8 = 2B'_8 = 74^{+0,426}_{-0,774};$$

$$B_9 = 2B'_9 = 75^{+0,830}_{-0,190};$$

$$B_{10} = 2B'_{10} = 98^{+1,78}_{+0,38}$$

$$Z_1 = 5^{+0,40}_{-2,80};$$

$$Z_7 = 2^{+1,15}_{-1,15};$$

$$Z_{13} = 0,6^{+0,087}_{-0,1};$$

$$Z_2 = 2^{+2,0}_{-0,8};$$

$$Z_8 = 6^{+2,7}_{-4,0};$$

$$Z_{14} = 0,1^{+0,052};$$

$$Z_3 = 4^{+2,0}_{-1,8};$$

$$Z_9 = 2^{+0,8}_{-1,5};$$

$$Z_{15} = 2,5^{+0,185}_{-0,5};$$

$$Z_4 = 5^{+2,44}_{-3,20};$$

$$Z_{10} = 2^{+0,48}_{-0,2};$$

$$Z_{16} = 0,5^{+0,112};$$

$$Z_5 = 6^{+2,6}_{-4,2};$$

$$Z_{11} = 2^{+0,77}_{-0,20};$$

$$Z_{17} = 3^{-0,19}_{-1,0};$$

$$Z_6 = 5^{+4,15}_{-3,0};$$

$$Z_{12} = 2,3^{+0,45}_{-0,30};$$

					003Б – 24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

2.5 Вибір обладнання та розрахунок режимів різання

Параметри режимів різання визначаються для досягнення продуктивності праці при найменшій собівартості, вони виконуються при роботі інструменту конструкції, для його геометрії та максимальному використанні всіх експлуатаційних можливостей верстату.

Режими різання складаються із наступних параметрів: глибина різання t (мм), подача S (мм/об або мм/хв.), швидкість V (мм/хв. або мм/с).

Розрахунок режимів різання та порядок призначення моделі верстата покажемо на прикладі фрезерування поверхонь 20, 21 наладкою торцевих фрез.

Ширина фрезерування $B = 135$ мм, глибина фрезерування $t = 2$ мм; подача $S_z = 0,12$ мм/зуб [15].

$$S = 0,12 \cdot 12 = 1,44 \text{ мм/об}$$

Швидкість різання:

$$V = \frac{C_v \cdot p^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v,$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv},$$

$$K_{mv} = K_2 \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{nv}.$$

$$K_2 = 0,95;$$

$$n_v = 1; [15];$$

$$K_{mv} = 0,95 \cdot \left(\frac{750}{890} \right)^1 = 0,8.$$

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

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

$$K_v = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,8$$

$$T = 400 \quad [15, \text{таб. 40}]$$

$$C_v = 332; \quad x = 0,1; \quad y = 0,5; [15, \text{таб. 39}]$$

$$u = 0,4; \quad u = 0,2; \quad m = 0,2.$$

										Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата						

003Б – 24.00.00.00.000ПЗ

$$V = \frac{332 \cdot 400^{0,2}}{400^{0,2} \cdot 2^{0,1} \cdot 135^{0,2} \cdot 12^0} \cdot 0,8 = 216,96 \text{ м/хв}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 216,96}{\pi \cdot 400} = 172,65 \text{ хв}^{-1}$$

Скоректуємо кількість обертів за паспортом нашого верстату:

$$n = 160 \text{ хв}^{-1}$$

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = 201,06 \text{ м/хв}$$

Зусилля різання (окружна сила):

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{м.р.},$$

$$K_{м.р.} = \left(\frac{890}{750} \right)^{0,3} = 1,05.$$

$$C_p = 825; x = 10; y = 0,75; n = 1,1; q = 1,3; w = 0,2.$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 2^1 \cdot 0,12^{0,75} \cdot 135^{1,1} \cdot 12}{400^{1,3} \cdot 160^{0,2}} \cdot 1,5 = 1403 \text{ Н.}$$

Крутний момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{1403 \cdot 400}{2 \cdot 100} = 2806 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1403 \cdot 207,06}{1020 \cdot 60} = 4,62 \text{ кВт}$$

З врахуванням коеф ефективна потужність:

$$N_{эф} = \frac{N}{\eta} = \frac{4,62}{0,8} = 5,8 \text{ кВт}$$

Вибираємо верстат 6P82Г з потужністю N=7,5 кВт.

Для решти операцій режими різання заносимо в таблицю 2.4.

					003Б – 24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

2.6 Нормування технологічного процесу

Встановлення норми часу на виконання певної технічної роботи або норми виробітки в штуках за одиницю часу – це все відноситься до нормування ТП, а також визначення величини витрати часу на виготовлення продукції із необхідною якістю для оцінки досконалості ТП.

У великосерійному виробництві штучна норма часу $T_{шт}$.

$$T_{шт} = T_{осн} + T_{доп} + T_{об} + T_{в},$$

де $T_{осн}$ – час основний, хв.;

$T_{д}$ – допоміжний час;

$T_{об}$ – час на обслуговування місця;

$T_{в}$ – час на відпочинок.

Допоміжний час визначається за формулою:

$$T_{д} = T_{в.з.} + T_{з.в} + T_{к} + T_{вим},$$

де $T_{в.з.}$ – на встановлення заготовки і знімання обробленої деталі час;

$T_{з.в}$ – на закріплення заготовки та відкріплення обробленої деталі час ;

$T_{к}$ – на прийоми керування верстатом час;

$T_{вим.}$ – на вимірювання час.

На операції 005 – токарно-напівавтоматна визначення часу буде наступним.

Сумарний час на обслуговування буде рівним 9 % від $T_{оп}$:

$$T_{об} + T_{в} = 0,09 \cdot T_{оп}$$

$$T_{оп} = T_{осн} + T_{доп},$$

На прикладі операції 005 нормування технологічного процесу.

Операція 005 токарно-напівавтоматна - 2-ва розточити отв. (3)

Основний час оброблення:

$$T_o = \frac{L}{S_o \cdot n} \cdot i,$$

де L – розрахункова довжина робочого ходу, мм;

n – частина обертання, $хв^{-1}$;

S – подача на оберт, мм/об.

										Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата						

003Б – 24.00.00.00.000ПЗ

i – кількість проходів.

Розрахункова довжина робочого ходу

$$L = l_{\text{різ}} + l_{\text{вр}} + l_{\text{пр}},$$

де $l_{\text{різ}}$ – довжина різання, мм;

$l_{\text{вр}}$ – величина врізання, мм;

$l_{\text{пр}}$ – величина перебігу, мм.

$$L = 46 + 5 + 6 = 57 \text{ мм}$$

$$T_{\text{оп}} = \frac{57}{0,1 \cdot 270} \cdot 1 = 2,07 \text{ хв}$$

Час на установку і зняття деталі:

$$T_{\text{у.з.}} = 2 \cdot 0,03 = 0,06 \text{ хв}$$

Час на вимірювання деталі калібром:

$$T_{\text{вим}} = 0,06 \text{ хв}$$

Загальний допоміжний час:

$$T_{\text{доп}} = 0,30 + 0,06 + 0,06 = 0,42 \text{ хв}$$

Операційний час:

$$T_{\text{оп}} = 2,07 + 0,42 = 2,49 \text{ хв}$$

Сумарний час на відпочинок та на обслуговування робочого місця:

$$T_{\text{об}} + T_{\text{в}} = 2,49 \cdot 0,09 = 0,22 \text{ хв}$$

Штучний час:

$$T_{\text{шт}} = 2,49 + 0,22 = 2,71 \text{ хв}$$

Норми часу на всі операції зводимо в таблицю 2.5.

					<i>003Б – 24.00.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

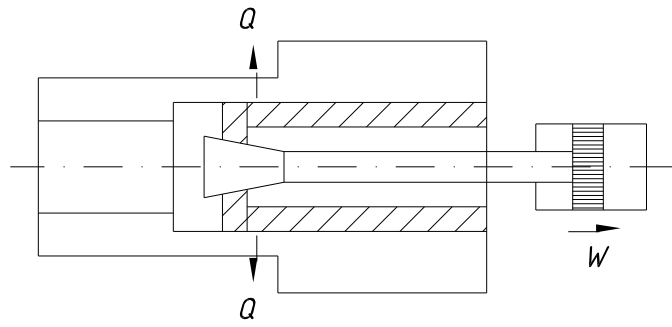


Схема 1

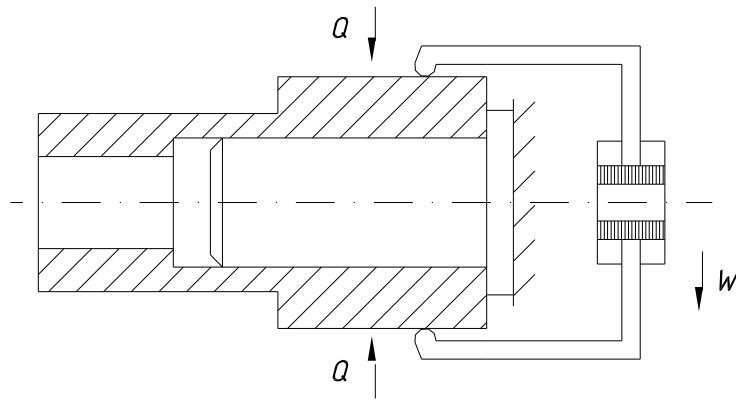


Схема 2

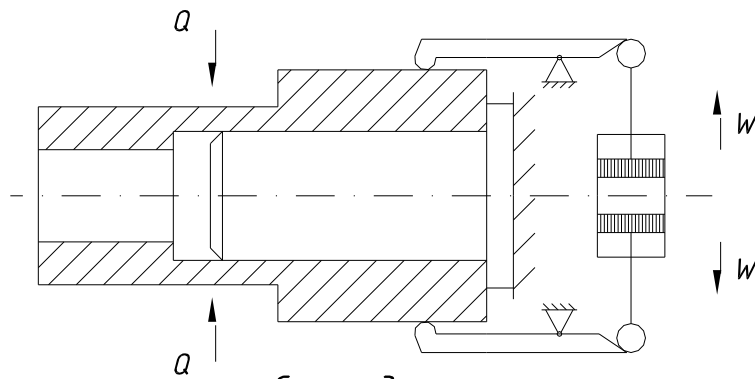


Схема 3

Рисунок 3.1 – Схеми компоновки пристрою

Виконуємо на основі сумарних коефіцієнтів ваг $K_{\Sigma n}$ аналіз компоновок конструктивних схем:

$$K_{\Sigma} = 0,5K_1 + 0,35K_2 - 0,1K_3 - 0,1K_4 + 0,05K_5,$$

де K_1 – коефіцієнт підсилення;

K_2 – від наявності властивості самогальмування;

K_3 – від кількості передавальних ланок;

K_4 – від наявності проміжної ланки;

K_5 – від компактності пристрою.

											Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	003Б – 24.00.00.00.000ПЗ						

Усі розрахунки зводимо в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 – Раціональна компоновка пристрою

№ схеми	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅
1	2	2	1	0	3
2	1	0	1	0	2
3	2	1	2	1	1

$$K_{\Sigma n1} = 1,75;$$

$$K_{\Sigma n2} = 0,5;$$

$$K_{\Sigma n3} = 1,1.$$

Вибираємо схему 1, як таку, що має найбільший коефіцієнт ваги.

3.1.2 Силовий розрахунок параметрів приводу

Розрахункова сила затиску зі схеми 3.2.

Необхідна сила затиску для цангового затискача визначається

$$Q = \frac{K}{f} \sqrt{\frac{4M^2}{d^2} + P_x^2},$$

де K – коефіцієнт запасу;

f – коефіцієнт тертя;

M – крутний момент, Н·м.

P_x – осьова сила;

d – діаметр оброблюваного отвору, м.

										Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	003Б – 24.00.00.00.000ПЗ					

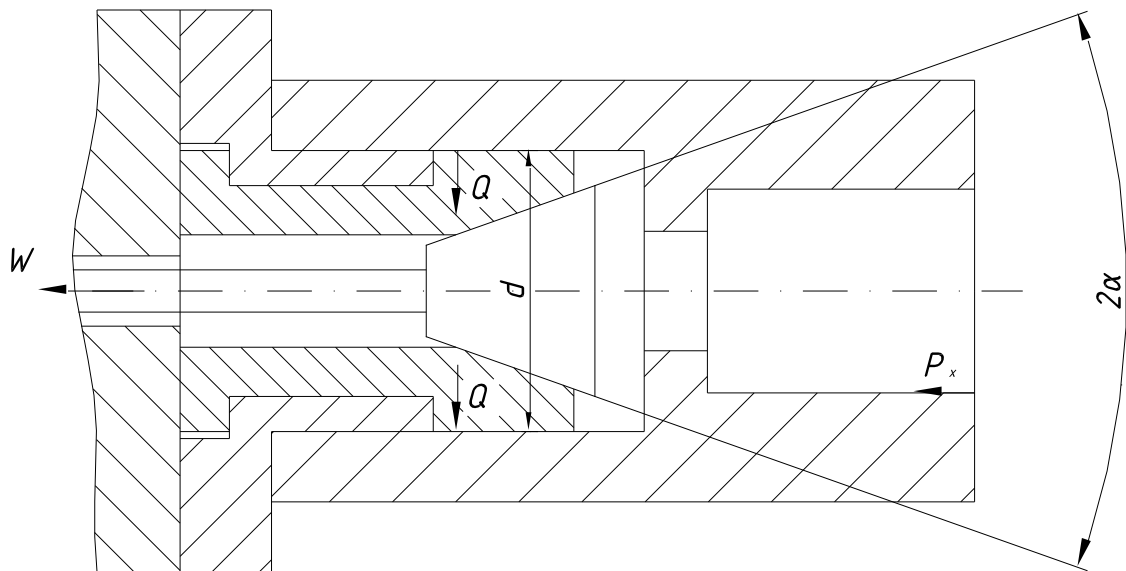


Рисунок 3.2 – Схема для визначення сили затиску верстатного пристрою

Коефіцієнту запасу рівний:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5,$$

де K_0 – гарантованого коефіцієнт запасу;

K_1 – наявність випадкових нерівностей на поверхні заготовки;

K_2 – залежить від прогресуючого затуплення різального інструменту;

K_3 – враховує збільшення сили різання при переривистому різанні;

K_4 – характеризує затискний пристрій з точки зору постійності сил, які він розвиває;

K_5 – враховує наявність моментів, які намагаються повернути заготовку;

Приймаємо:

$$K_0 = 1,5; \quad K_1 = 1,0; \quad K_2 = 1,3; \quad K_4 = 1,0; \quad K_5 = 1,1.$$

Крутний момент:

$$M = P_z \cdot \frac{d}{2},$$

де P_z – тангенціальна складова сили різання, Н.

										003Б – 24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата							

Приймаємо

$$Q = \frac{2,15}{0,20} \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot \left[\frac{831 \cdot 0,08}{2} \right]^2}{0,08^2} + 37,8^2} = 4485,1 \text{ Н}$$

3.1.3 Розрахунок пристрою на точність

На точність оброблення впливає ряд факторів для похибки $\Delta\Sigma$:

$$\Delta\Sigma = \frac{1}{K} \sqrt{(K_1 \cdot \Delta_{\Sigma y})^2 + (K_2 \cdot \Delta_y)^2 + (K_3 \cdot \Delta_M)^2 + (K_4 \cdot \Delta_i)^2 + (K_5 \cdot \Delta_b)^2 + (K_6 \cdot \Delta_t)^2},$$

де K – коефіцієнт ризику $K = 0,683$

K_1 – K_6 – враховують відповідні закони розподілу похибок $K_1 = K_2 = K_3 = 1,0$;
 $K_4 = K_5 = K_6 = 1,73$.

$\Delta\varepsilon_y$ - встановлення заготовки;

Δ_y - оброблення заготовки;

Δ_M - налагодження технологічної системи;

Δ_i - від зношення різального інструменту;

$\Sigma_{\Delta b}$ – сумарна похибка;

$\Sigma_{\Delta t}$ – температурна похибка.

1. Похибка встановлення $\Delta\varepsilon_y$:

$$\Delta\varepsilon_y = \sqrt{\Delta\varepsilon_6^2 + \Delta\varepsilon_3^2 + \Delta\varepsilon_{np}^2},$$

де ε_6 – базування заготовки у пристрої;

ε_3 – закріплення заготовки;

ε_{np} – положення заготовки у пристрої.

1.1. Похибка базування ε_6 рівна 0.

1.2. Похибка закріплення $\varepsilon_3 = 0$.

1.3. Похибка положення заготовку у пристрої ε_{np} :

$$\varepsilon_{np} = \varepsilon_\beta + \varepsilon_{zn} + \varepsilon_{вст},$$

Приймаємо $\varepsilon_B = 5$ мкм.

									Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата					

003Б – 24.00.00.00.000ПЗ

Зношення установчих елементів:

$$\varepsilon_{zn} = \beta \cdot N^n,$$

$$\varepsilon_{zn} = 0,002 \cdot 35000^{0,08} \approx 5 \text{ мкм}$$

Похибка встановлення пристрою на верстат ($\varepsilon_{вст}=5$ мкм).

$$\Delta \varepsilon_{np} = t \sqrt{\lambda_1 \cdot \varepsilon_6^2 + \lambda_2 \cdot \varepsilon_{zn}^2} + \varepsilon_{вст},$$

де t – коефіцієнт, який визначає частку можливого браку;

$$\varepsilon_{np} = 3 \sqrt{\frac{1}{3} \cdot 5^2 + \frac{1}{9} \cdot 5^2} + 5 = 15 \text{ мкм}$$

$$\Delta \varepsilon_y = 15 \text{ мкм}$$

Похибка оброблення заготовки $\Delta_y = 4$ мкм.

Похибка Δ_H визначаємо як:

$$\Delta_H = \sqrt{(K_p \cdot \Delta_p)^2 + (K_{вим} \cdot \Delta_{вим})^2},$$

Згідно $\Delta_p = 4$ мкм; $\Delta_{вим} = 5$ мкм; $K_p = 1,14$; $K_{вим} = 1,0$.

$$\Delta_H = \sqrt{(1,14 \cdot 4)^2 + (1,0 \cdot 5)^2} \approx 8 \text{ мкм}$$

Похибку $\Delta_i = 6$ мкм.

Σ_{Δ_b} , яка виникає внаслідок його зношення за період експлуатації приймаємо рівною 7 мкм.

$$\Sigma_{\Delta_t} = 10 - 15 \% \text{ від } \Delta_{\Sigma}.$$

Сумарна похибка:

$$\Delta'_\varepsilon = \frac{1}{0,683} \sqrt{(1,0 \cdot 15)^2 + (1,0 \cdot 4)^2 + (1,0 \cdot 8)^2 + (1,73 \cdot 6)^2 + (1,73 \cdot 7)^2}$$

$$\Delta'_\varepsilon = 34 \text{ мкм};$$

$$\Sigma_{\Delta_t} = 0,10 \cdot 34 = 4 \text{ мкм}$$

Загальна похибка рівна:

$$\Delta_\varepsilon = 38 \text{ мкм}$$

									003Б – 24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата						

3.1.4 Опис конструкції та роботи пристрою

У процесі оброблення заготовка нашої деталі базується на цангу 6. Базування заготовки забезпечується упором 9. Затиск здійснюється штоком S, який при русі поршня рухається вправо у радіальному напрямку з силою Q.

Базування пристрою на верстаті може забезпечуватися наявністю двох шпонок 14.

3.2 Розрахунок на точність

Даний контрольний пристрій використовується для вимірювання відхилення від перпендикулярності торців деталі, він складає не більше 0,03 мм.

Пристрій складається з оправки 1, на яку встановлюється контрольований отвір. За допомогою дисків 8 відбувається розміщення оправки відносно осі деталі фіксується На втулку 5 одягається хомут 9 зі закріпленими в ньому упором 2 і корпусом 3. Знімають подвійне значення, повертаючи хомут за ручку упора на 360° по шкалі індикатора

Приймаємо індикатор з ціною ділення $Z = 0,001\text{мм}$ при допуску $\Delta\delta=0,01\text{мм}$ то похибка вимірювання відсутня.

$$E_{\Sigma} = a\sqrt{E_i^2 + E_b^2 + E_z^2 + E_{np}^2 + E_{rn}^2 + E_{zn}^2 + E_{rn}^2n + E_n + E_t},$$

де a – поправочний коефіцієнт

E_i – похибка індикатора

E_b – похибка базування $E_b = 0$

E_z – похибка укріплення індикатора на важелях $E_z = 0,012\text{ мм}$

$E_{np.}$ – похибка пристроїв $E_{np} = 0,03\text{ мм}$

$E_{rn.}$ – похибка пристрою $E_{rn} = 0,02\text{ мм}$

E_{zn} – похибка зношення

$$E_{zn} = \beta \cdot N^n,$$

де β – коефіцієнт від типу виробництва

N – річна програма випуску

n – вид установчих елементів

										Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата						

003Б – 24.00.00.00.000ПЗ

$$H_1 = \frac{3,14 \cdot 14,2}{\operatorname{tg} 30^\circ} = 65 \text{ мм},$$

Кут нахилу поперечної різальної кромки $\psi = 50^\circ$

Визначення розмірів поперечного перерізу свердла: приймаємо клас точності свердла А1

Зворотна конусність 0,1 на 100 мм довжини.

Діаметр свердла: $d_1 = 14,2_{-0,033} \text{ мм}$,

Величина смужки f :

$$f = (0,32 \dots 0,45) \sqrt{D} \text{ , мм.}$$

$$f_1 = 0,42 \sqrt{12} = 1,97 \approx 2 \text{ , мм,}$$

Діаметр спинки свердла

$$q = (0,99 - 0,98)D \text{ , мм.}$$

$$q_1 = 0,98 \cdot 14,2 = 11,56 \text{ мм,}$$

З технологічних міркувань висота стрічки повинна відповідати умові

$$0,1 < (D - q) < 2,5 \text{ мм,}$$

$$0,1 < 0,44 < 2,5 \text{ мм,}$$

Умова виконується.

Діаметр серцевини свердел зі швидкорізальної сталі буде:

$$D_c = (0,145 - 0,125)D \text{ ;}$$

$$D_{c1} = 0,14 \cdot 14,2 = 1,7 \text{ мм;}$$

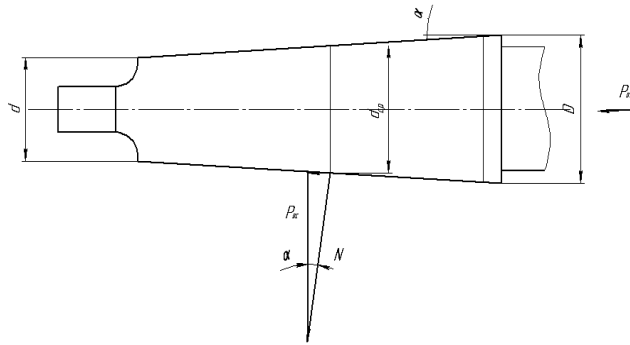
Профіль стружкової канавки.

Форма канавки має забезпечити міцність свердла, тобто достатнє місце для розміщення стружки і її відведення. Основними параметрами форми канавки – це ширина канавки і криві $\Theta = 90^\circ$

Ширина пера рівна:

$$B = D \cdot \sin \frac{180 - \Theta}{2} \text{ мм}$$

										003Б – 24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата							



D і d - найбільший і найменший діаметри конічного хвостовика, мм.

Рисунок 3.3 – Хвостовик свердла

Середній діаметр конуса:

$$d_{cp} = \frac{4kM_{кр} \sin \alpha}{\mu P_o (1 - 0,04\Delta\alpha)}.$$

Максимальний діаметр конуса Морзе визначається залежністю

$$D_{max} = d_{cp} / 0,18.$$

По розрахованому діаметру хвостовика по довіднику визначають і його розміри.

$$M_{кр1} = 35,03 \text{ Н / мм},$$

$$d_{cp} = \frac{4 \cdot 5 \cdot 110,39 \sin 1,5^\circ}{0,1 \cdot 1427 \cdot (1 - 0,04 \cdot 0,082)} = 0,0694 \text{ м}.$$

$$D_{max} = 0,0694 / 0,18 = 0,385 \text{ м}$$

Довжина свердла:

$$L = L_1 + l_{хв} + l_{ш},$$

де L_1 – довжина ступені, мм,

$l_{хв}$ – довжина хвостовика, мм,

$l_{ш}$ = 10-15 мм – довжина перехідної шийки свердла.

Довжина ступені:

$$L_1 = l_1 + l_k + l_{пер} + l_{зат},$$

					003Б – 24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

де $l_1 = 25$ мм – довжина оброблюваного отвору,

$l_k = 5,48$ мм – довжина різальної частини мм,

$l_{пер} = 2-3$ мм – величина перебігання свердла

$l_{зам} = 1,7D_1 = 1,7 \cdot 12 = 20,4$ мм – запас на переточку.

$$L_1 = 25 + 5,48 + 2 + 20,4 = 52,88, \text{ приймаємо } L_1 = 53 \text{ мм.}$$

$$L = 100 + 90 + 3 = 193 \text{ мм.}$$

Перевірка свердла на стійкість.

Для виключення небезпеки втрати стійкості повинна виконуватися умова

$$P_{кр} > k \times P_o,$$

P_o – суммарная осьова сила різання, Н,

k – коефіцієнт форми перемички ($k = 1,3$ – за відсутності підгострювання перемички).

Критична стискаюча сила свердла визначається

$$P_{кр} = \eta \frac{EI_{\min}}{(L)^2},$$

де $E = 2 \cdot 10^5$ МПа – модуль пружності

$I_{\min} = 0,039D_1^4 = 809$ мм⁴ – мінімальний момент інерції перерізу свердла,

l_1 и l_2 – довжини східців свердла, мм, η коефіцієнт критичного навантаження

$$P_{кр} = 8,4 \frac{2 \cdot 10^5 \cdot 809}{(53)^2} = 48384,4$$

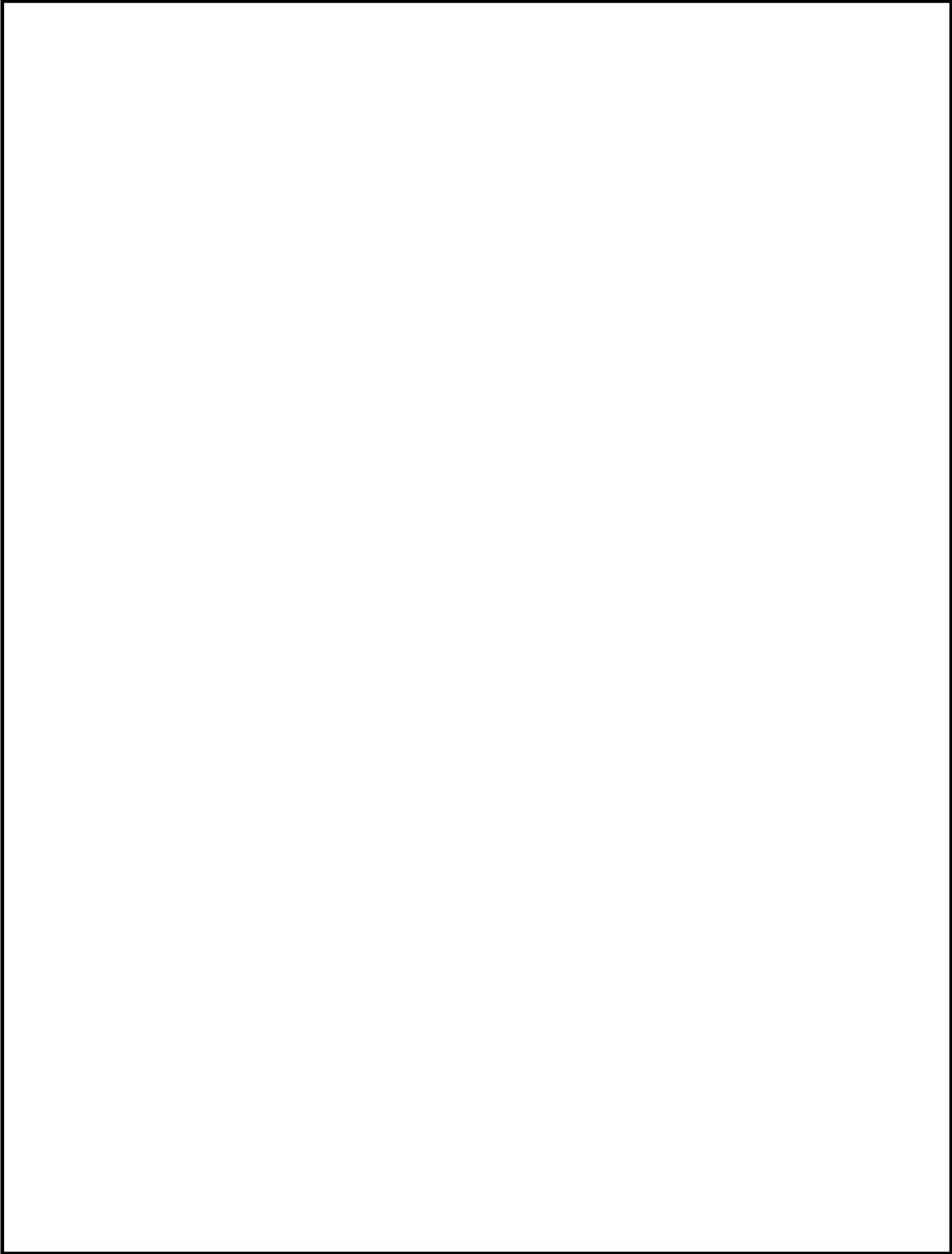
$48384,4 > 11986,8$, умова виконується.

Параметр шорсткості задніх поверхонь і поверхонь стрічков свердел зі швидкорізальної сталі не перевищує $Ra = 0,63$;

Допустиме радіальне биття $0,15$ мм; допустиме осьове биття $0,3$ мм

										Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата						

003Б – 24.00.00.00.000ПЗ



					Д-03.00.00.00.000ПЗ			
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Пояснювальна записка	<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Присяжнюк</i>							
<i>Перевір.</i>	<i>Герасимчук</i>							
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Зав. каф.</i>								
						ЛДТУ, каф.СТМ, гр.ТМ-51		
						74		

$$M_{p8} = \frac{1,93 \cdot 127900}{4000 \cdot 60} = 1,03;$$

Приймаємо 1 верстат.

$$M_{p9} = \frac{7,91 \cdot 127900}{4000 \cdot 60} = 4,2;$$

Приймаємо 5 верстаті.

Розрахунок необхідної кількості обладнання і коефіцієнт його завантаження зводиться в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 - Розрахунок необхідної кількості обладнання

№ операції	Тип і модель верстата	N _{пр} , шт.	Ф _{д.} год	T _{шт.} , хв.	Кіл. верстатів		K _з	
					M _p	M _{пр}		
1	005	1Б284	127900	4000	0,5	0,3	1	0,3
2	010	1К282			5,77	3,1	1	0,78
3	015	16К20Ф3			1,55	0,82	1	0,88
4	020	21103Ф			2,58	1,4	1	0,71
5	025	6Р82Г			4,56	2,43	3	0,81
6	030	6Р82Г			1,79	0,9	1	0,9
7	035	3К228Б			0,75	0,4	1	0,4
8	040	2705В			1,93	1,03	1	0,52
9	045	3Д740А			7,91	4,2	1	0,84
				27,34	14,58	11	K _{з. сеп.} = 0,73	

Коефіцієнт завантаження обладнання по дільниці

$$K_3 = \frac{M_p}{M_{пр}}$$

$$K_{31} = \frac{0,3}{1} = 0,3$$

$$K_{32} = \frac{3,1}{4} = 0,77$$

$$K_{33} = \frac{0,82}{1} = 0,82$$

$$K_{34} = \frac{1,4}{2} = 0,7$$

$$K_{35} = \frac{2,43}{3} = 0,81.$$

					003Б - 24.00.00.00.000			Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата				

Кількість контролерів приймається 8–10% від кількості виробничих робітників. Приймаємо контролерів 2. Розмір майданчика для контрольного пункту – 2 × 2 м.

Таблиця 4.2 - Склад працюючих на ділянці

Категорія працюючих	Спосіб визначення	Процентне відношення	Кількість
Верстатники	практично	—	48
Допоміжні робітники	%	35...50	19
МОП	%	2...3	1
ІТП	%	10...13	5
ЛКП	%	4...5	2
Усього			75

4.3 Розрахунок площі ділянки

Виробнича площа відділення підраховується по питомій площі на один верстат. Питома площа залежить від розмірів і маси верстатів, тобто для легких верстатів в межах 12...14 м², для середніх – 18...21 м², для важких – 22...25 м².

Кількість допоміжного обладнання приймається:

- для заточного відділення – 2 верстати;
- для майстерні – 1 верстат.

До виробничої площі відноситься площа, яка займається виробничим обладнанням і робочими місцями.

Допоміжна площа буде включати площі, які зайняті допоміжними підрозділами.

При проектуванні ділянки механічного цеху має правильний вибір способу і належна організація збору і переробки стружки. Стружка збирається в бункери, які розташовані біля проїздів ділянки. Бункери будуть обладнані подвійним дном для часткового очищення стружки від масел і емульсій.

					003Б - 24.00.00.00.000			Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата				

На плані розміщення обладнання будуть:

- будівельні елементи;
- основні будівельні параметри;
- технологічне обладнання;
- місце для технічного контролю;
- підйомно-транспортне обладнання;
- місця робітників;
- проїзди і проходи, технологічні і транспортні потоки;
- точки підводу енергоносіїв, стисненого повітря, води.

Все технологічне обладнання позначено порядковою нумерацією. До плану розміщення обладнання додається поперечний розріз прольоту промислової будівлі, контурів основ колон, фундаментів з розмірами прив'язки обладнання до координатних осей і елементів конструкції будівлі.

4.5 Основні техніко-економічні показники дільниці

Таблиця 4.3 - Основні техніко-економічні показники дільниці

Найменування показників і одиниці вимірювань	Дільниця
1. Найменування виробу	Корпус
2. Річна програма випуску, т.	35000
3. Кількість основного обладнання, шт:	11
4. Тип виробництва	Багатосерій.
5. Кількість робітників, чол.:	
• основних	48
• допоміжних	19
• МОП	1
• ІТП	5
• ЛКП	2
• всього	75
6. Виробничі площі, м ² :	
• основного виробництва	380
• допоміжного	10
7. Середній коефіцієнт завантаження обладнання	0,75

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Основні шкідливі, небезпечні та виробничі фактори на машинобудівному виробництві

Підвищення рівня захисту працівників від професійних шкідливостей під час виконання ними трудових обов'язків є одним із основних напрямів діяльності всіх працівників, а зниження виробничого травматизму та професійних захворювань залишається найважливішим завданням усіх рівнів управління машинобудівного підприємства – гуманітарної, соціально-економічної, особистої, корпоративної.

Розвиток ринкової економіки в Україні потребує певної зміни організаційних механізмів і методів попередження професійних ризиків, профілактики виробничого травматизму та професійних захворювань. На будь-якому машинобудівному заводі дільниці та цехи обробки металів є одними з провідних. Від них значною мірою залежить економічний стан підприємства, тому що зазвичай вони використовують заготовлений матеріал, а деталі з них йдуть на подальшу обробку. На рівень безпеки праці впливають виробнича технологія, розміщення обладнання на території та його фізичний та технологічний стан, вік і стан працівників, їх кваліфікація та інтенсивність праці. На таких виробничих підприємствах зазвичай використовуються високоточне автоматичне обладнання, потоково-механізовані лінії, роботи та манулятори. Тому потенційна небезпека травматичного місця існує завжди.

Серед факторів ризику, які відчуває сучасна людина, важливе місце займає ризик втрати здоров'я та працездатності внаслідок професійної діяльності на машинобудівному підприємстві. Тому з метою попередження травматизму та підвищення рівня охорони праці на машинобудівних підприємствах запроваджено систему управління охороною праці.

					003Б – 24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Від роботодавця завжди вимагається створення на кожному робочому місці відповідних умов праці відповідно до вимог нормативно-правових актів та забезпечити дотримання вимог законодавства щодо прав працівників у сфері охорони праці. За порушення цих вимог Закону безпосередню відповідальність несе роботодавець. Тому виникає потреба у розробці нових та вдосконаленні вже існуючих інструментів для реалізації положень законодавчих та нормативних актів з охорони праці, це стосується оцінки ризиків виникнення шкідливих факторів на машинобудівному підприємстві.

У Європейському Союзі машинобудівне виробництво є однією з найбільш фізично важких галузей і, відповідно, галуззю, яка піддається найбільшому ризику нещасних випадків, оскільки щороку внаслідок нещасних випадків на виробництві гине понад 1300 людей. Близько 45% працівників кажуть, що їхня робота впливає на їхнє здоров'я. У всьому світі машинобудівники втричі частіше гинуть і вдвічі частіше отримують травми, ніж працівники інших професій. Витрати від цих нещасних випадків є величезними для людини, роботодавця та суспільства, і вони можуть становити значну частку ціни контракту.

5.2 Виникнення травматизму та професійних захворювань на машинобудівному виробництві

Нещасний випадок на виробництві — це «незалежно від причини, нещасний випадок, що стався внаслідок у зв'язку з роботою працівника, яка працює, на будь-якій посаді, в будь-якому місці, на одного або кількох роботодавців чи керівників підприємства».

Машинобудування представляє економічний сектор будівель і громадських робіт. У більшості випадків нещасні випадки на виробництві в технічній сфері завдають серйозної шкоди працівникам. Кваліфікація нещасного випадку на виробництві ґрунтується на трьох основних критеріях.

Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата

003Б – 24.00.00.00.000ПЗ

Арк.

Ці три критерії:

- відносини між постраждалою особою та роботодавцем;
- точна дата ДТП;
- якщо нещасний випадок на виробництві призвів до фізичного та психологічного насильства.

Відносини між потерпілою особою та роботодавцем можуть бути встановлені на основі трудового договору. Повинен бути трудовий договір, який надає працівнику право здійснювати і встановлює його нагляд.

Крім того, аварію на виробництві можна локалізувати вчасно. Це подія, яку можна виправдати відомою і точною датою. Якщо це призводить до погіршення стану здоров'я працівника на місяці, це може бути кваліфіковано як професійне захворювання, що вимагає спеціального лікування.

Випадком нещасного випадку на виробництві вважається перелом руки під час падіння на робочому місці. Зазвичай на виробництві є інструменти, матеріали стають причиною нещасних випадків на виробництві працівників. Так само неправильні маневри можуть призвести до нещасного випадку на робочому місці.

Нещасні випадки на виробництві найчастіше спостерігаються у цеху, але нещасний випадок повинен бути датованим, на відміну від захворювань опорно-рухового апарату, які виникають після кількох років роботи і вважаються професійними захворюваннями.

Яка статистика нещасних випадків на виробництві в будівельній галузі? Нещасні випадки на виробництві призводять до величезних збитків. Кількість робочих днів, втрачених через нещасні випадки на виробництві, становить 8 днів на рік, що відповідає в середньому 36 робочих місць з повним робочим днем.

Зі свого боку, витрати на нещасні випадки на виробництві для внесків становлять трохи більше одного мільярда грн, тоді як рівень зарахування працівників до загальної схеми становить 8%.

Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата

003Б – 24.00.00.00.000ПЗ

Арк.

- Причинами нещасних випадків, які можуть призвести до зупинки роботи, є:
- ручне переміщення вантажів – 48% випадків;
 - падіння з висоти – 17% випадків;
 - ручні інструменти – 15% випадків;
 - падіння на цьому ж рівні – 14% випадків.

Припинення роботи через нещасний випадок або професійне захворювання покривається соціальним забезпеченням, яке потім виплачує відповідним працівникам – добові виплати. За певних умов роботодавець може виплачувати доплату до заробітної плати.

5.3 Розрахунок захисного заземлення

Тут ми використовуємо вертикальні електроди, діаметром 30 мм, довжиною 2,5 м. Заземлювачі опущено у землю на глибину 0,8 м.

Опір заземлювача:

$$R_{\text{тр}} = \frac{\rho_{\text{роз}}}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{I} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right),$$

де $l = 2,5$ м;

I – діаметр $d = 40 - 55$ мм.;

$\rho_{\text{розр}}$ – питомий опір заземлювача, Ом;

t – віддаль від поверхні ґрунту до середини заземлювача, м.

$$\rho_{\text{розр}} = \rho_{\text{пит}} \times \varphi,$$

де $\rho_{\text{пит}}$ – питомий опір ґрунту - 40 Ом;

φ – коефіцієнт сезонності - 1,5.

					003Б – 24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

$$\rho_{\text{розр}} = 40 \times 1,5 = 80 \text{ Ом.}$$

Відстань від поверхні ґрунту до середини стержня:

$$t = n + \frac{1}{2},$$

де n – відстань від поверхні ґрунту до верхнього стержня, м.

$$t = 0,7 + \frac{2,5}{2} = 1,95 \text{ м.}$$

$$\text{Звідси: } R_{\text{тр}} = \frac{40}{2 \cdot 2,5} \left(\ln \frac{2 \cdot 2,5}{50 \cdot 10} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 1,95 + 2,5}{4 \cdot 1,95 - 2,5} \right) = 39,50 \text{ Ом}$$

Опір полосового заземлювача буде рівний:

$$R_{\text{п}} = \frac{\rho_{\text{розр}}}{2\pi l} \cdot \ln \frac{2L^2}{b \cdot h},$$

де $b = 0,7 - 0,75$ м;

$h = 1,5$ м;

L – розрахункова довжина полоси, м.

$$L = a \times n,$$

де $a = 3 - 5$ м;

n – кількість заземлювачів.

$$n = R_{\text{од.}} / R_{\text{з норм.}},$$

де $R_{\text{з норм.}}$ – допустимий опір розтікання струму (40 м);

										Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата						

003Б – 24.00.00.00.000ПЗ

$$n = 39,50 / 4 = 9,87$$

Приймаємо: $n = 10$

$$L = 4 \times 10 = 40 \text{ м}$$

Знаходимо опір полоси:

$$R_{\pi} = \frac{80}{2\pi \cdot l} \cdot \ln \frac{2 \cdot 40^2}{0,7 \cdot 1,5} = 30,84 \text{ Ом}$$

Загальний опір заземлюючого пристрою:

$$R_3 = \frac{R_{mp} \cdot R_n}{R_{mp} \cdot \eta_{mp} + R_n \cdot \eta_n \cdot n},$$

де $\eta_{тр}$ – коефіцієнт використання заземлення;

$\eta_{тр}$ – коефіцієнт використання полоси;

$$R_3 = \frac{39,50 \cdot 30,84}{39,50 \cdot 0,75 + 30,84 \cdot 0,95 \cdot 10} = 4,17 \text{ Ом}$$

5.4 Пожежна профілактика на машинобудівних підприємствах

Зважаючи на складне поєднання машин, обладнання та матеріалів, потенційних небезпек пожежних операцій багато, але також і їхні рішення. Провідні експерти з протипожежних систем надають індивідуальні рішення для захисту вашого закладу від ризиків пожежі.

Коли мова заходить про завчасне звітування, потрібно бути проактивним і мати належне обладнання є кращим підходом, ніж реагувати. Швидкість

					003Б – 24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зам.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Ми розробили новий ТП виготовлення корпусу ПММ-01-001-0001ВЗ, а саме:

— виявлені недоліки і вказані шляхи їх усунення діючого варіанту виготовлення деталі ПММ-01-001-0001ВЗ;

— запропоновано нова заготовка деталі корпусу ПММ-01-001-0001ВЗ;

— розглянуті можливі варіанти технологічного процесу виготовлення деталі ПММ-01-001-0001ВЗ;

— розраховані величини припусків операційних розмірів, а також проведено розмірний аналіз нового варіанту ТП;

— для нового корпусу ТП ПММ-01-001-0001ВЗ визначені режими різання, проведено нормування ТП;

— спроектовано нове технологічне оснащення для виготовлення корпусу ПММ-01-001-0001ВЗ;

— висвітлені питання охорони праці.

					<i>003Б – 24.00.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Зам.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		