

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 ВАЖІЛЬ 00.038

спеціальність 131 Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Прикладна механіка»

(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи ІМ-41
Величко Олена Валентинівна

(підпис)

Керівник:
к.т.н., доцент
Божко Тетяна Євгенівна

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«___» _____ 2025 р.
Гарант освітньої програми:
к.т.н., доцент
Божко Тетяна Євгенівна

(підпис)

Луцьк – 2025 року

					003Б-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет транспорту та механічної інженерії

Кафедра прикладної механіки та мехатроніки

Ступінь вищої освіти: бакалавр

Галузь знань: 13 механічна інженерія

Спеціальність: прикладна механіка

Освітня програма: 131 прикладна механіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«___» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Величко Олена Валентинівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Проектування дільниці з розробкою технологічного процесу механічної обробки деталі важіль 00.038

Керівник роботи: Божко Тетяна Євгенівна, к.т.н., доцент.

затверджені наказом закладу вищої освіти від «31» грудня 2024 р. №910/01-07

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи «01» червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: Креслення деталі важіль 00.038, річна програма випуску 10000 шт/рік, нормативні дані

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

Вступ. Розділ 1. Загальна частина. Розділ 2. Технологічна частина. Розділ 3.

Конструкторська частина. Розділ 4. Проектування механічної дільниці.

Розділ 5. Охорона праці. Висновки і пропозиції. Список використаних

джерел. Додатки

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

Креслення заготовки – 1 лист (ф.А1), карта налагодження – 2 листа (ф.А2),

складальне креслення верстатного пристрою – 1 лист (ф.А1), складальне

креслення контрольного пристрою – 1 лист (ф.А1), креслення спеціального

різального інструменту – 1 лист (ф. А2), план механообробної дільниці – 1

лист (ф.А2)

										003Б-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата							

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання «29» листопада 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Обґрунтування теми</i>	06.12.2024	
2.	<i>Розділ 1</i>	13.02.2025	
3.	<i>Розділ 2</i>	27.02.2025	
4.	<i>Розділ 3</i>	13.03.2025	
5.	<i>Розділ 4</i>	27.03.2025	
6.	<i>Розділ 5</i>	16.04.2025	
7.	<i>Висновки та пропозиції</i>	08.05.2025	
8.	<i>Формування списку використаних джерел</i>	08.05.2025	
9.	<i>Формування додатків</i>	17.05.2025	
10.	<i>Оформлення ілюстративного матеріалу</i>	23.05.2025	
11.	<i>Нормоконтроль</i>	27.05.2025	
12.	<i>Інструментальна перевірка на академічний плагіат</i>	28.05.2025	
13.	<i>Представлення кваліфікаційної роботи бакалавра до захисту</i>	31.05.2025	

Здобувач вищої освіти

_____ (підпис)

(Величко О.В.)
(прізвище, ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

(Божко Т.Є.)
(прізвище, ініціали)

Арк.

003Б-25.00.00.00.000ПЗ

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

АНОТАЦІЯ

Величко О.В. Проектування дільниці з розробкою технологічного процесу механічної обробки деталі важель 00.038. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Прикладна механіка» спеціальності 131 Прикладна механіка. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2025.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з вступу, п'яти розділів, висновків і пропозицій, списку використаних джерел, додатків.

У роботі розроблено технологічний процес механічної обробки деталі важель 00.038.

У кваліфікаційній роботі бакалавра розроблено технологічний процес механічної обробки важеля 00.038.

У загальній частині проаналізовано службове призначення важеля та технічні умови його виготовлення, а також проведено розрахунок методу отримання заготовки та вибір способу обробки поверхонь.

У технологічній частині здійснено аналіз технологічності конструкції деталі, вибір технологічних баз, визначення допусків і технологічних розмірів, а також розрахунок припусків. Розраховано режими різання, обрано необхідне обладнання та технологічне оснащення.

У конструкторській частині спроектовано верстатний пристрій та пристрій для контролю, а також розроблено механічну дільницю. Виконано розрахунок основних техніко-економічних показників виробничої дільниці.

У розділі «Охорона праці» запропоновано заходи конструктивного та організаційного характеру для зниження рівня шуму та вібрації, проведено розрахунок плавких запобіжників силового щита дільниці, а також розглянуто заходи пожежної безпеки.

Ключові слова: технологічний процес, деталь важель 00.038, механічна обробка.

					003Б-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

ВСТУП

У машинобудуванні задані форми деталей з необхідною точністю та якістю виготовлення здебільшого досягаються завдяки механічній обробці, оскільки інші методи не завжди можуть забезпечити виконання всіх технічних вимог.

Під час механічної обробки деталей виникає ряд проблем, пов'язаних із дотриманням технічних умов і вимог, визначених конструкторами. Цей процес вимагає використання складного обладнання – металорізальних верстатів, що значно впливає на трудомісткість і собівартість виробництва, роблячи їх вищими порівняно з іншими етапами виготовлення машин.

Підвищення рівня механізації та автоматизації виробничих процесів, а також постійне вдосконалення обладнання зумовили зростання вимог до технологічного проектування. Це, своєю чергою, призвело до розробки правил і методик створення технологічних процесів. Перехід на автоматизовані системи проектування сприяв уніфікації всієї технологічної документації.

Сучасне технологічне проектування – це комплексний підхід, що охоплює засоби, методи та взаємодії, необхідні для розробки якісної технологічної документації на основі стандартних технологічних рішень. Освоєння підприємствами нових методів технологічної документації та впровадження Єдиної системи технологічної документації (ЄСТВ) створили передумови для розвитку автоматизованих систем управління виробничими процесами.

Усі ці зміни охоплюють питання технології, стандартизації, автоматизації, організації, економіки та управління виробництвом. Важливо розглядати їх комплексно, оскільки взаємозв'язок технічних, організаційних і економічних аспектів має бути відображений у даній бакалаврській роботі.

					003Б-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Службове призначення, характеристика об'єкта виробництва, аналіз технічних умов

Базові поверхні корпусних деталей, залежно від їхнього функціонального призначення, можна поділити на основні та допоміжні.

Основними базами, які забезпечують з'єднання корпусних деталей зі станинами, рамами або іншими корпусами, зазвичай є плоскі поверхні або поверхні одного чи двох базових отворів.

До допоміжних баз належать головні отвори, що використовуються для встановлення шпинделів і валів, а також плоскі поверхні, які визначають положення приєднувальних вузлів і деталей, таких як кришки, фланці тощо.

Таблиця 1.1 - Хімічний склад сталі 40ХЛ ДСТУ 7806:2015

Хімічний елемент	%
Кремній (Si)	0.17-0.37
Мідь (Cu), не більше	0.30
Марганець (Mn)	0.50-0.80
Нікель (Ni), не більше	0.30
Фосфор (P), не більше	0.035
Хром (Cr)	0.80-1.10
Сірка (S), не більше	0.035

					003Б-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Таблиця 1.2 – Механічні властивості і допустимі напруги виливка із сталі 40ХЛ
ДСТУ 7806:2015

Термообробка	Межа міцності при розтягуванні $\sigma_B, МПа$	Межа текучості $\sigma_T, МПа$	Відносне подовження при розриві $\delta, \%$	Відносне звуження поперечного перетину при розриві $\Psi, \%$	Питома ударна в'язкість σ^{-1}	Твердість НВ
Поліпшення	750	500	15	50	7	217,269

1.2 Вибір методу отримання заготовки

При виборі методу отримання заготовки необхідно враховувати її конфігурацію, розміри, масу, матеріал, кількість виготовлюваних заготовок, а також вимоги до точності, шорсткості та якості поверхні.

Процес вибору методу отримання заготовки є багатofакторним і потребує детального аналізу. У даному випадку деталь виготовляється зі сталі 40Х, що визначає доцільність використання лиття як основного методу отримання заготовки. Виробництво цієї деталі належить до багатосерійного типу.

Ефективність вибраного методу оцінюють на основі техніко-економічних показників. Для цього розраховують мінімальну величину приведених витрат на виготовлення заготовки за відповідною формулою:

$$S_{заг.} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_m \cdot k_c \cdot k_e \cdot k_m \cdot k_n \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{відх.}}{1000},$$

де C_i - базова вартість 1 т. заготовки, грн.;

$k_m \cdot k_c \cdot k_e \cdot k_m \cdot k_n$ - коефіцієнти, які залежать від класу точності, групи складності, марки матеріалу і обсягу виробництва заготовок;

Q і q - відповідно вага заготовки і вага деталі.

									Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	003Б-25.00.00.00.000ПЗ				

Для визначення маси заготовки і маси деталі, деталь розбивається на елементарні фігури і підраховуємо об'єм деталі:

$$V_1 = 48000 \text{ мм}^3; V_2 = 75000 \text{ мм}^3; V_3 = 14719 \text{ мм}^3; V_4 = 1154 \text{ мм}^3;$$

$$V_5 = 2355 \text{ мм}^3; V_6 = 84780 \text{ мм}^3; V_8 = 36000 \text{ мм}^3; V_9 = 13500 \text{ мм}^3$$

$$V_{\text{ц}} = V_1 + V_2 - V_3 - 3 \cdot V_4 - 4 \cdot V_5 - V_6 + V_7 + V_8 - V_9 = 268619 \text{ мм}^3 = 267 \text{ см}^3.$$

Розраховуємо об'єм заготовки:

$$V_1 = 61600 \text{ мм}^3; V_2 = 96250 \text{ мм}^3; V_3 = 12116 \text{ мм}^3;$$

$$V_6 = 73853 \text{ мм}^3; V_8 = 47250 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{заг}} = V_1 + V_2 - V_3 - V_6 + V_7 + V_8 = 354631 \text{ мм}^3 = 355 \text{ см}^3$$

Маса деталі дорівнює:

$$q = \rho_{\text{ст}} \cdot V_{\text{д}} = 7,8 \cdot 269 = 2,1 \text{ кг.}$$

$$Q_1 = M_{\text{заг}} = 2,1 \cdot 1,1 = 2,78 \text{ кг.} - \text{ЛИТВО В КОКІЛЬ}$$

$$Q_2 = 2,78 \cdot 1,1 = 3,058 \text{ кг.}$$

$$S_{\text{заг1}} = \left(\frac{150}{1000} \cdot 3,058 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,93 \cdot 1,2 \right) - (3,058 - 2,1) \frac{25}{1000} = 1,038 \text{ грн.}$$

$$S_{\text{заг2}} = \left(\frac{150}{1000} \cdot 2,78 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,93 \cdot 1,2 \right) - (2,78 - 2,1) \frac{25}{1000} = 0,948 \text{ грн.}$$

$$\text{Економічний ефект: } E = (S_1 - S_2) \cdot N = (1,038 - 0,948) \cdot 10000 = 9000 \text{ грн.}$$

З огляду на те, що вартість вилівка в кокіль є нижчою порівняно з вилівком у піщані форми, а також враховуючи переваги цього методу, зокрема — підвищену точність заготовки, що є важливим для нашого типу виробництва, було прийнято рішення на користь другого варіанту — лиття в кокіль. Цей метод є більш прогресивним і дозволяє підвищити якість та економічність виробництва.

1.3 Вибір методу обробки поверхонь (за коефіцієнтом уточнення)

Заготовка виготовлена за методом лиття в кокіль і досягає точності Н14.

Загальне уточнення для даної деталі, яка має паз 15 мм з допуском f9:

$$E = \frac{T_z}{T_{\text{д}}} = \frac{420}{42} = 10,24;$$

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

003Б-25.00.00.00.000ПЗ

Арк.

$$n = \frac{\lg 10,24}{0,46} = 2,19.$$

Приймаємо $n=2$ ступені обробки. Після чорнової обробки точність збільшується з Н14 до Н10 (4 квалітета) після чистової обробки з Н10 до Н8 (2 квалітета); після тонкої обробки з Н8 до Н7 (1 квалітет).

Таблиця 1.3 - Загальне уточнення

Розмір	Квалітет	Допуск		Е	n	
М6	7Н	360	15	24	3	3
Ø60	Н9	740	74	10	2,17	2
М10	7Н	430	18	23,89	2,99	3
15	Н9	430	42	10,24	2,19	2
Ø25	Н9	520	52	10	2,17	2
50	f10	620	100	6,2	1,72	2
32	f9	620	62	10	2,17	2
40	f10	620	100	6,2	1,72	2
50	f10	620	100	6,2	1,72	2
80	f10	740	120	6,17	1,71	2
Ø120	Н7	870	35	24,86	3,03	3
Ø15	Н7	430	18	23,89	2,99	3
15	f9	430	42	10,24	2,19	2

1.4 Попереднє встановлення типу та організаційної форми виробництва

Тип виробництва – це класифікаційна характеристика, що визначається широтою номенклатури, регулярністю, стабільністю та обсягом випуску продукції. Він встановлюється на основі коефіцієнта закріплення операцій. Цей коефіцієнт відображає співвідношення між загальною кількістю різних технологічних операцій, що виконуються або мають бути виконані протягом місяця, та кількістю робочих місць.

Організація виробничого процесу залежить від способу виконання технологічного процесу, розташування обладнання та напрямку руху виробів у

										Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	003Б-25.00.00.00.000ПЗ					

процесі виготовлення. Розрізняють дві основні форми організації виробництва: потокову та групову.

Коефіцієнт закріплення операцій визначаємо за методикою [1 с.55].

Визначаємо основний технологічний час і штучно-калькуляційний час, використовуючи формули.

005 Горизонтально-фрезерна операція

1. Фрезерувати поверхні 8, 10 начорно;

$$T_{01} = 7 \cdot L = 7 \cdot 50 \cdot 10^{-3} = 0,35 \text{ хв};$$

2. Фрезерувати поверхні 8, 10 начисто;

$$T_{02} = 4 \cdot L = 4 \cdot 50 \cdot 10^{-3} = 0,2 \text{ хв};$$

Основний технологічний час і штучно-калькуляційний час

$$T_0 = 0,35 + 0,2 = 0,55 \text{ хв};$$

$$T_{шк} = 1,56 \cdot 0,55 = 0,83 \text{ хв};$$

010 Горизонтально-фрезерна операція

1. Фрезерувати поверхню 8,10 одноразово;

$$T_{01} = 6 \cdot L = 6 \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 0,18 \text{ хв};$$

Основний технологічний час і штучно-калькуляційний час

$$T_0 = 0,18 \text{ хв};$$

$$T_{шк} = 0,18 \cdot 1,51 = 0,101 \text{ хв};$$

015 Горизонтально- фрезерна операція

1. Фрезерувати паз 5 начорно;

$$T_{01} = 7 \cdot L = 7 \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 0,21 \text{ хв};$$

2. Фрезерувати паз 5 начисто;

$$T_{02} = 4 \cdot L = 4 \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 0,12 \text{ хв};$$

Основний технологічний час і штучно-калькуляційний час

$$T_0 = 0,21 + 0,12 = 0,33 \text{ хв};$$

$$T_{шк} = 0,33 \cdot 1,51 = 0,5 \text{ хв};$$

020 Вертикально-фрезерна операція;

1. Фрезерувати поверхню 11 одноразово;

					003Б-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

$$T_{01} = 6 \cdot L = 6 \cdot 220 \cdot 10^{-3} = 1,32 \text{ хв};$$

Основний технологічний час і штучно-калькуляційний час

$$T_0 = 1,32 \text{ хв};$$

$$T_{шк} = 1,32 \cdot 1,51 = 1,99 \text{ хв};$$

025 Горизонтально-фрезерна операція

1. Фрезерувати поверхні 15, 1 начорно;

$$T_{01} = 7 \cdot L = 7 \cdot 40 \cdot 10^{-3} = 0,28 \text{ хв};$$

2. Фрезерувати поверхні 8, 10 начисто;

$$T_{02} = 4 \cdot L = 4 \cdot 40 \cdot 10^{-3} = 0,16 \text{ хв};$$

Основний технологічний час і штучно-калькуляційний час

$$T_0 = 0,28 + 0,16 = 0,44 \text{ хв};$$

$$T_{шк} = 0,44 \cdot 1,3 = 0,57 \text{ хв};$$

030 Вертикально- свердлильна операція

1. Свердлити отвір 13;

$$T_{01} = 0,52dL = 0,52 \cdot 15 \cdot 40 \cdot 10^{-3} = 0,31 \text{ хв};$$

2. Зенкерувати отвір 13;

$$T_{02} = 0,21dL = 0,21 \cdot 15 \cdot 40 \cdot 10^{-3} = 0,13 \text{ хв};$$

3.Розгорнути отвір 13;

$$T_{03} = 0,86dL = 0,86 \cdot 15 \cdot 40 \cdot 10^{-3} = 0,52 \text{ хв};$$

4. Свердлити отвір 12;

$$T_{04} = 0,52dL = 0,52 \cdot 20 \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 0,31 \text{ хв};$$

5. Зенкерувати отвір 12;

$$T_{05} = 0,21dL = 0,21 \cdot 20 \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 0,13 \text{ хв};$$

6.Розгорнути отвір 13;

$$T_{06} = 0,86dL = 0,86 \cdot 20 \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 0,52 \text{ хв};$$

Основний технологічний час і штучно-калькуляційний час

$$T_0 = 0,31 + 0,13 + 0,52 + 0,31 + 0,13 + 0,52 = 1,92 \text{ хв};$$

$$T_{шк} = 1,92 \cdot 1,3 = 2,5 \text{ хв};$$

035 Вертикально-свердлильна операція

					003Б-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

1. Свердлими послідовно 4 отвори 4;

$$T_{O1} = 0,52dL = 0,52 \cdot 10 \cdot 15 \cdot 10^{-3} = 0,078 \text{ хв};$$

2. Нарізати різь М10-7Н ;

$$T_{O2} = 0,4dL = 0,52 \cdot 10 \cdot 12 \cdot 10^{-3} = 0,048 \text{ хв};$$

4. Свердлими послідовно 3 отвори 2;

$$T_{O3} = 0,52dL = 0,52 \cdot 6 \cdot 15 \cdot 10^{-3} = 0,047 \text{ хв};$$

2. Нарізати різь М10-7Н ;

$$T_{O4} = 0,4dL = 0,4 \cdot 6 \cdot 12 \cdot 10^{-3} = 0,029 \text{ хв};$$

Основний технологічний час і штучно-калькуляційний час

$$T_0 = 0,078 + 0,048 + 0,047 + 0,029 = 0,2 \text{ хв};$$

$$T_{шк} = 0,2 \cdot 1,3 = 0,26 \text{ хв};$$

040 Агрегатно- свердлильна операція

1. Розсвердлими отвір 3;

$$T_{O1} = 0,31dL = 0,31 \cdot 60 \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 0,56 \text{ хв};$$

2. Зенкерувати отвір 3;

$$T_{O2} = 0,21dL = 0,21 \cdot 60 \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 0,38 \text{ хв};$$

3. Розгорнути отвір 3;

$$T_{O3} = 0,86dL = 0,86 \cdot 60 \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 1,55 \text{ хв};$$

4. Розсвердлими отвір 6;

$$T_{O4} = 0,31dL = 0,31 \cdot 25 \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 0,23 \text{ хв};$$

5. Зенкерувати отвір 6;

$$T_{O5} = 0,21dL = 0,21 \cdot 25 \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 0,16 \text{ хв};$$

6. Розгорнути отвір 6;

$$T_{O6} = 0,86dL = 0,86 \cdot 25 \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 0,65 \text{ хв};$$

Основний технологічний час і штучно-калькуляційний час

$$T_0 = 0,56 + 0,38 + 1,55 + 0,23 + 0,16 + 0,65 = 3,53 \text{ хв};$$

$$T_{шк} = 3,53 \cdot 1,3 = 4,62 \text{ хв};$$

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

					003Б-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Визначаємо розрахункову кількість обладнання:

$$m_p = \frac{10000 \cdot 0,83}{60 \cdot 4059 \cdot 0,8} = 0,42.$$

Заокруглюємо m_p в більшу сторону до цілого числа і отримуємо кількість робочих місць $p=1$.

Розраховуємо дійсний коефіцієнт завантаження обладнання:

$$n_{\text{с.д.}} = \frac{m_p}{p} < n_{\text{с.д.}}$$

$$n_{\text{з.д.1}} = \frac{0,42}{1} = 0,42 < n_{\text{з.н.}} = 0,8 - \text{умова виконується.}$$

Розраховуємо кількість операцій, які виконуються на цьому обладнанні:

$$O = \frac{\eta_{\text{з.н.}}}{\eta_{\text{з.ф.}}}$$

$$O = \frac{0,8}{0,42} = 1,9 ; \text{приймаємо } 2.$$

Всі розрахунки усіх операцій зводимо в таблицю 1.4, сумуючи в кінці "О" і "Р".

Таблиця 1.4 - Розрахунок "О" і "Р"

Операція	$T_{\text{ш-к}}$	m_p	Р	$\eta_{\text{з.ф.}}$	О
1	2	3	4	5	6
005	0,83	0,042	1	0,042	19
010	0,27	0,0138	1	0,0138	58
015	0,5	0,026	1	0,026	31
020	1,99	0,1	1	0,1	8
025	0,57	0,029	1	0,029	27
030	2,5	0,13	1	0,013	6
035	0,26	0,013	1	0,13	6
040	4,62	0,24	1	0,24	3
Сума	11,54		8	0,59	158

Арк.

003Б-25.00.00.00.000ПЗ

Зм. Лист № докум. Підп. Дата

$Q_{\text{дд}}$ - маса заготовки.

2.2 Вибір і розрахункове обґрунтування технологічних баз

Вибір і технічне обґрунтування технологічних баз є одним із найскладніших етапів у проектуванні технологічного процесу. Розробка маршруту обробки та вибір баз повинні виконуватися одночасно, забезпечуючи логічну та ефективну послідовність операцій.

На першому етапі обробляються ті поверхні, які надалі будуть використовуватися як базові. Після цієї операції подальше базування виконується вже по сформованих базових поверхнях, що підвищує точність наступних етапів обробки.

Оброблювані поверхні позначаються товстішою лінією на технологічних кресленнях. При цьому загальна похибка обробки не повинна перевищувати допустимі значення для розміру. Це правило застосовується до всіх параметрів, що формуються на кожному етапі технологічного процесу:

$$A_{\Sigma} < T_{i \text{ дд}}.$$

В загальному випадку очікувана похибка обробки залежить від кількох факторів, таких як точність використовуваного обладнання, метод обробки, умови роботи, властивості матеріалу та інші технологічні параметри. Однак, для розрахунку очікуваної похибки можна використовувати загальну формулу, яка враховує ці чинники::

$$A_{\Sigma} = A_{\text{н.р.}} + A_{\text{т.с.}} + A_{\text{уст.}}$$

де $A_{\text{н.р.}}$ – похибка настроюваного розміру;

$A_{\text{т.с.}}$ - похибка технологічної системи;

$A_{\text{уст.}}$ - похибка установки.

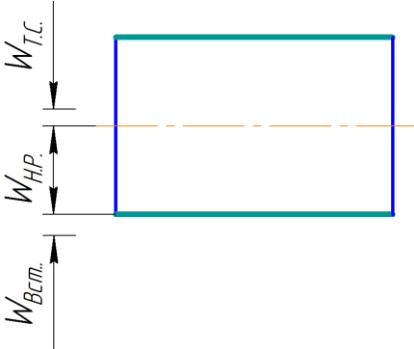
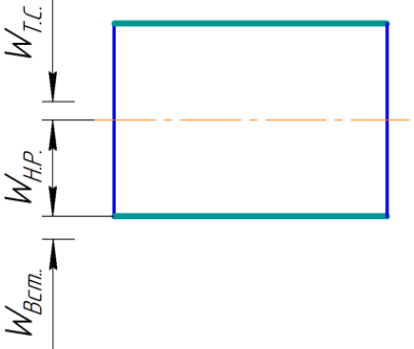
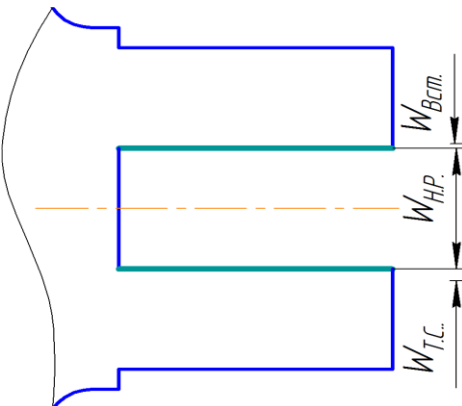
В загальному випадку похибка установки вираховується за формулою:

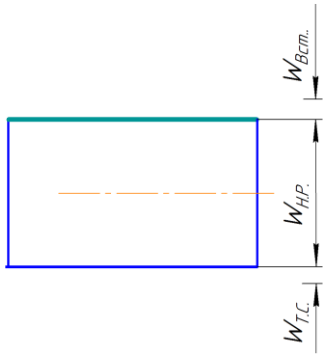
$$A_{\text{уст.}} = \sqrt{A_{\text{б.}}^2 + A_{\text{закр.}}^2}.$$

Розрахунки заносимо в таблицю 2.1

									Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	003Б-25.00.00.00.000ПЗ				

Таблиця 2.1 - Вибір і розрахункове огрунтування технологічних баз

Ескіз операції та розмірний ланцюг	Розрахунок похибки обробки
<p>1</p> 	<p>2</p> $W_{Aon.} = W_{н.р} + W_{вст} + W_{мс.} = 0,015\text{мм.}$ $W_{вст} = 0\text{мм}$ $W_{нр} + W_{мс} = W_c$ $W_c = 0,015\text{мм.}$
	$W_{Aon} = W_{нр} + W_{вст} + W_{мс} = 0,29\text{мм}$ $W_{вст} = 0,09\text{мм}$ $W_{нр} + W_{мс} = W_c$ $W_c = 0,2\text{мм}$
	$W_c = W_{нр} + W_{вст} + W_{мс} = 0,016\text{мм}$ $W_{вст} = 0\text{мм}$ $W_{нр} + W_{мс} = W_c$ $W_c = 0,016\text{мм}$

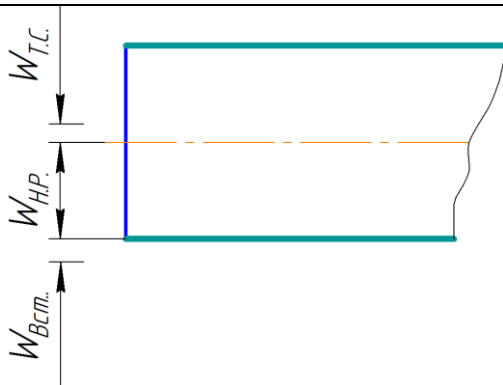


$$W_c = W_{нр} + W_{вст} + W_{мс} = 0,22\text{мм}$$

$$W_{вст} = 0,12\text{мм}$$

$$W_{нр} + W_{мс} = W_c$$

$$W_c = 0,12\text{мм}$$

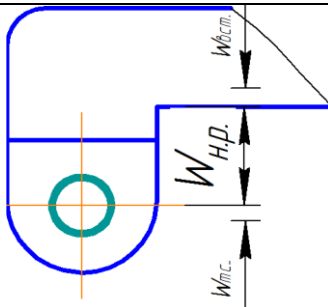


$$W_c = W_{кр} + W_{вст} + W_{мс} = 0,014\text{мм}$$

$$W_{вст} = 0\text{мм}$$

$$W_{нр} + W_{мс} = W_c$$

$$W_c = 0,014\text{мм}$$

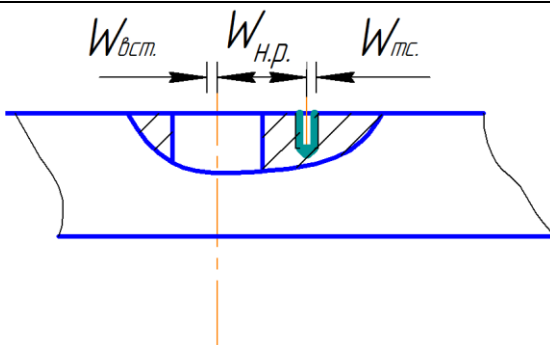


$$W_{Аон} = W_{нр} + W_{вст} + W_{мс} = 0,008\text{мм}$$

$$W_{вст} = 0\text{мм}$$

$$W_{нр} + W_{мс} = W_c$$

$$W_c = 0,008\text{мм}$$



$$W_{Аон} = W_{нр.} + W_{вст.} + W_{мс.} = 0,15\text{мм}$$

$$W_{вст.} = 0,1\text{мм}$$

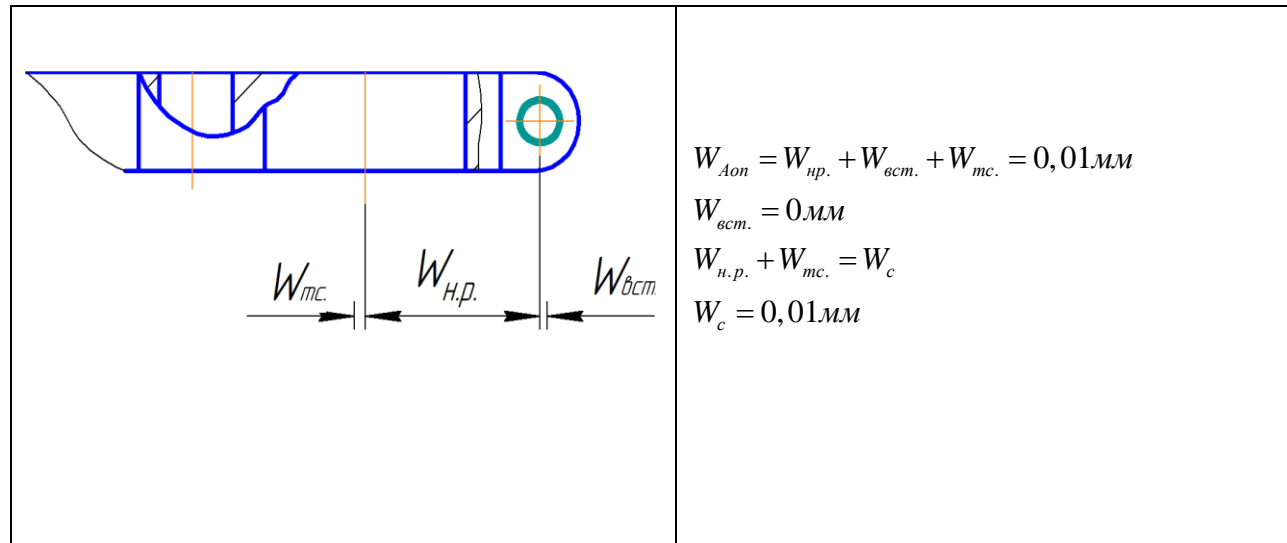
$$W_{н.р.} + W_{мс.} = W_c$$

$$W_c = 0,05\text{мм}$$

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

003Б-25.00.00.00.000ПЗ

Арк.



2.3 Встановлення припусків і операційних розмірів, проектування заготовки

Розрахунок припусків на механічну обробку проводиться розрахунково-аналітичним методом і за таблицями.

Розрахунково-аналітичним методом припуск розраховується на паз 15Н9 (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Розрахунок припуску

Технологічні переходи обробки поверхні	Елементи припуску				Розрахунковий припуск, мкм	Розрахунковий розмір d_{pi} , мм	Допуск, мкм	Максимально допустимий розмір, мм		Максимально допустиме значення припусків	
	$R_{z_{i-1}}$	h_{i-1}	ρ_{i-1}	ε				d_{min}	d_{max}	пр. Z_{min}	пр. Z_{max}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Заготовка	200	300	13,5	-	-	13,638	360	13,28	16,64	-	-
Чорнове фрезерування	50	50	0,75	100	2·610	14,84	110	14,73	14,84	1200	1450
Чистове фрезерування	30	30	-	-	2·101	15,042	42	15	15,042	202	270

Загальні припуски $2Z_{\min}^{заг}$ і $2Z_{\max}^{заг}$ отримуємо, додаючи проміжні припуски:

$$2Z_{\min}^{заг} = 1200 + 202 = 1402 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\max}^{заг} = 1450 + 270 = 1720 \text{ мкм};$$

Для всіх інших поверхонь, що обробляються, припуски знаходимо за табличним методом і значення заносимо в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Загальні припуски і допуски на оброблювані поверхні

Поверхня деталі	Клас точності розмірів	Степінь точності поверхні	Ряд припуску	Допуск розміру, мм	Спосіб кінцевої обробки	Значення припуску
1	2	3	4	5	6	7
8,10	5Т-11	9-14	1-3	1,4	чистова	2,5
7,9	5Т-11	9-14	1-3	1,7	чистова	2,5
11	5Т-11	9-14	1-3	3,6	чорнова	3,8
15,1	5Т-11	9-14	1-3	1,1	чистова	1,9
3	5Т-11	9-14	1-3	2,0	розгор.	2,5
6	5Т-11	9-14	1-3	1,6	розгор.	2,5
4	5Т-11	9-14	1-3	0,7	нар.різі	1,4
2	5Т-11	9-14	1-3	0,67	нар.різі	1,4
13	5Т-11	9-14	1-3	0,7	розгор.	1,4
12	5Т-11	9-14	1-3	0,8	розгор.	1,4

(ВПД), а також потужності привода верстата. При чистовій обробці подачу коригують залежно від потрібної точності та шорсткості обробленої поверхні.

005 Горизонтально-фрезерна операція

1. Чорнове фрезерування поверхні 8,10

$$S_z = 0,1 \text{ мм/об}; t = 1,6 \text{ мм};$$

$$C_V = 136; B = 50 \text{ мм}; D = 32$$

Швидкість:

$$V = \frac{C_V D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V$$

$$K_V = K_{mV} \cdot K_{nV} \cdot K_{uV};$$

$$K_{mV} = 1; K_{nV} = 1; K_{uV} = 1; K_V = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1;$$

$$x = 0,1;$$

$$y = 0,2;$$

$$u = 0,15;$$

$$p = 0,1;$$

$$m = 0,22;$$

$$q = 0,25;$$

$$T = 120 \text{ хв};$$

$$V = \frac{136 \cdot 32^{0,25}}{120^{0,2} \cdot 1,6^{0,15} \cdot 0,1^{0,2} \cdot 50^{0,15} \cdot 8^{0,1}} \cdot 1 = 85,3 \text{ об/хв};$$

Сила різання:

$$P_Z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{МП};$$

z – число зубців фрези;

n – частота обертання фрези.

$$C_p = 825; x = 1; y = 0,75; u = 1,1; q = 1,3; w = 0,2;$$

$$K_{МП} = 0,6 - \text{табл. 9}$$

$$P_Z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 1,6^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 50^{1,1} \cdot 8}{32^{1,3} \cdot 800^{0,2}} \cdot 0,6 = 1490 \text{ Н};$$

Частота обертання:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 85,3}{3,14 \cdot 32} = 849 \text{ об/хв};$$

Вибираємо $n = 800 \text{ об/хв};$

					003Б-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Крутний момент на шпинделі:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{1490 \cdot 35}{2 \cdot 100} = 261 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1490 \cdot 85,3}{1020 \cdot 60} = 2,076 \text{ кВт};$$

Основний час:

$$T_o = \frac{L}{S_M} = \frac{54,6}{640} = 0,085 \text{ хв};$$

$$L = l + y + \Delta = 50 + 1,6 + 3 = 54,6$$

$$S_M = 0,1 \cdot 8 \cdot 800 = 640$$

2. Чистове фрезерування поверхні 8,10

Швидкість:

$$V = \frac{C_V D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V$$

$$K_V = K_{mV} \cdot K_{nV} \cdot K_{uV};$$

$$K_{mV} = 1; K_{nV} = 1; K_{uV} = 1; K_V = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1;$$

$$x = 0,1;$$

$$y = 0,2;$$

$$u = 0,15;$$

$$p = 0,1;$$

$$m = 0,22;$$

$$q = 0,25;$$

$$T = 120 \text{ хв};$$

$$V = \frac{136 \cdot 32^{0,25}}{120^{0,2} \cdot 0,9^{0,15} \cdot 0,08^{0,2} \cdot 50^{0,15} \cdot 8^{0,1}} \cdot 1 = 95,1 \text{ об / хв};$$

Сила різання:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{МП};$$

z – число зубців фрези;

n – частота обертання фрези.

$$C_p = 825; x = 1; y = 0,75; u = 1,1; q = 1,3; w = 0,2;$$

$$K_{МП} = 0,6 - \text{табл.9}$$

					003Б-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

025 Горизонтально-фрезерний 6Т804Г

030 Агрегатно-свердильний 2М24501

035 Агрегатно-свердильний 2М24501

040 Агрегатно-свердильний 2М24501

Таблиця 2.4 – Режими різання

№ операції	№ переходу	t, мм	S, мм/об або S_z , мм/зуб	V, м/хв	n, хв ⁻¹	$N_{\text{різ.}}$ кВт	$T_{\text{осн.}}$ хв
005	1	1,6	0,1	85,3	800	2,076	0,085
	2	0,9	0,08	95,1	900	1,75	0,093
010	1	2,5	0,1	320	800	1,5	0,5
015	1	1,6	0,1	90	800	2,076	0,07
020	1	2,5	0,1	250	800	1,3	0,4
025	1	1,6	0,1	89	800	2,05	0,07
030	1	1,5	1,78	17,2	100	0,8	0,15
	2	0,8	1,7	8,3	48	0,2	0,4
	3	0,2	1,1	5,5	32	0,7	0,9
	4	1,5	1,78	17,2	100	0,8	0,15
035	1	2,4	0,1	320	800	1,5	0,5
	2	0,1	0,1	32	80	1,5	0,8
	3	2,4	0,1	320	800	1,5	0,5
040	1	1,5	1,78	18,1	100	0,94	0,18
	2	0,8	1,7	8,8	48	0,24	0,37
	3	0,211,5	1,1	5,8	32	0,9	0,93
	4	0,8	1,78	18,1	100	0,94	0,18

2.7.5 Нормування технологічного процесу

Залежно від організаційної форми виробництва проводимо розрахунок технічних норм часу.

Визначаємо операційний час для 010 фрезерної операції.

					003Б-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Таблиця 2.5 – Нормування технологічного процесу

Номер і найменування операції	T_o , хв.	T_D , хв.			$T_{оп.}$, хв.	$T_{обсл.}$, хв.	$T_{відп.}$, хв.	$T_{ит.}$, хв.
		$T_{уст.}$, хв.	$T_{упр.}$, хв.	$T_{вим.}$, хв.				
005	0,18	0,08	0,01	0,04	0,31	1,5	0,022	1,96
010	0,68	0,11	0,01	0,15	0,95	1,5	0,067	3,79
015	0,16	0,053	0,01	0,04	0,26	1,5	0,018	1,88
020	0,4	0,053	0,01	0,07	0,53	1,5	0,037	2,2
025	0,15	0,053	0,01	0,04	0,25	1,5	0,018	1,87
030	2,9	0,046	0,01	0,11	3,06	0,076	0,21	3,5
035	2,6	0,046	0,01	0,11	2,77	0,069	0,19	3,2
040	2,96	0,046	0,01	0,15	3,2	0,08	0,22	3,7

враховується коефіцієнт запасу (ККК), що дозволяє компенсувати можливі коливання та забезпечити необхідну точність і стійкість заготовки під час обробки.

Таким чином, сила зажиму буде рівна:

$$W = \frac{kMp + Pf_2r_{np}}{f_1r_1 + f_2r_{np}}$$

де f – коефіцієнт тертя; $f=0,25$;

K – коефіцієнт запасу.

Визначаємо коефіцієнт запасу:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6,$$

де $K_0 = 1,5$ - коефіцієнт запасу;

$K_1 = 1,2$ - коефіцієнт, що коригує значення сили різання в разі зменшення ефективності інструменту через зношування або затуплення;

$K_2 = 1,2$ - коефіцієнт, який враховує зміни в силі різання, пов'язані з нерівномірним припуском, який змінюється під час обробки;

$K_3 = 1,0$ - коефіцієнт, що коригує силу обробки з урахуванням зміни умов при неперервному процесі різання;

$K_4 = 1,0$ - коефіцієнт, що відображає зміни в силі затиску, що можуть виникати через непостійність або зміни в умовах роботи;

$K_5 = 1,0$ - коефіцієнт, що коригує сили, що передаються від приводу на інструмент, з огляду на непостійність або варіації в роботі приводу;

$K_6 = 1,0$ - коефіцієнт, що враховує непередбачуваність і зміни в розташуванні заготовки щодо установчих елементів, а також можливі коливання моментів кручення.

Тоді, $K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,16$;

$P_o = 1171,3H$ – осьова сила при свердлінні;

$M_{кр} = 92,5H \cdot m$ – крутний момент.

Сила затиску буде рівна:

					003Б-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Агрегатний зажимний пристрій пневматичної дії включає пневмоциліндри, зажимні механізми та інші елементи. Використання поворотного Г-подібного прихвата дозволяє значно скоротити час на зажим і розжим заготовок.

Принцип його дії: прихват 11, що має циліндричний хвостик, встановлений на шток 2, до якого прикріплений поршень 7. На штокові 2 є гвинтовий паз, в який входить штифт 4. Поршень 7 циліндра 5 встановлений на хвостовику прихвата. Кришка 6 і кришка 9 циліндра 5 фіксуються за допомогою гвинтів 10 і гайок 13.

При розжимі оброблюваної заготовки, масло подається в порожнину "б", що призводить до підйому прихвата 11 і його обертання, відриваючи заготовку. Для зажиму заготовки, прихват 11 повертається в робоче положення, масло надходить в порожнину "в", а порожнина "б" з'єднується із зливом.

Для оцінки економічної ефективності впровадження пристрою проводиться порівняння двох варіантів обробки деталі: у першому варіанті деталь встановлюється безпосередньо на столі верстата, у другому – кріпиться за допомогою спеціального пристрою. Встановлення деталі безпосередньо на верстат займає більше часу, ніж використання спеціалізованого пристрою, що знижує витрати часу на обробку.

3.2 Пристрій для контролю паралельності

Пристрій складається з базової плити 2, в якій вмонтовані індикаторні головки 5 та упори 1. Спочатку налаштовуємо індикатори на положення нуль по еталонній деталі, яка встановлюється на кондукторну плиту 6.

Для контролю деталь встановлюється на плиту 6, після чого пристрій розміщується на упорах 1. Таким чином, ми відзначаємо відхилення стрілок індикаторів, щоб перевірити непаралельність. Допуск на неплоскостність становить 0,01 мм на довжину $l = 150$ мм.

Для контролю вибираються індикаторні головки з точністю 0,002 мм, що гарантує високу точність вимірювання параметрів. Контроль проводиться вибірково після операції шліфування.

					003Б-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

3.3 Проектування спеціального ріжучого інструменту

3.3.1 Початкові дані для розрахунку свердла :

- номінальний діаметр отвору $D_1=4,8$ мм;
- довжина свердління $l_1=15$ мм;
- оброблювальний матеріал– Сталь 40ХЛ ДСТУ 7806:2015.

Приймаємо матеріал свердла - швидкорізальна сталь марки Р6М5 ДСТУ 4219-2003

3.3.2 Визначення геометричних параметрів різальної частини

Для оброблюваного матеріалу сталь 40ХЛ приймаємо головний кут в плані $\varphi=120^0\pm 2^0$;

Задній кут приймаємо $\alpha=10^0\pm 1^0$;

Кут нахилу стружкової канавки приймаємо $\omega=30^0\pm 1^0$.

Крок гвинтових канавок:

Кут нахилу поперечної різальної кромки: $\psi=50^0$

3.3.3 Визначення розмірів поперечного перерізу свердла

Приймаємо клас точності свердла А1. Зворотна конусність 0,1 на 100 мм довжини.

Діаметр свердла: $d_1 = 4,8_{-0,033}$ мм,

Величина стрічки f :

$$f_1 = 0,42\sqrt{4,8} = 0,92 \approx 1 \text{ мм,}$$

Діаметр спинки свердла:

$$q_1 = 0,98 \cdot 4,8 = 4,07 \text{ мм}$$

Діаметр серцевини свердел зі швидкорізальної сталі приймається рівним :

$$D_{c1} = 0,14 \cdot 4,8 = 0,67 \text{ мм;}$$

Профіль стружкової канавки.

					003Б-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

де $l_1 = 15$ мм – довжина оброблюваного отвору,
 $l_k = 5,48$ мм – довжина різальної частини мм,
 $l_{пер} = 2-3$ мм – величина перебігання свердла
 $l_{зам} = 1,7D_1 = 1,7 \cdot 4,8 = 8,16$ мм – запас на переточку.
 $L_1 = 25 + 5,48 + 2 + 8,16 = 40,64$, приймаємо $L_1 = 41$ мм.
 $L = 120 + 80 + 3 = 203$ мм.

3.3.7 Технічні вимоги

Параметр шорсткості задніх поверхонь і поверхонь стрічок свердела зі швидкорізальної сталі не повинен перевищувати $Ra = 0,63$;

Допустиме радіальне биття 0,15 мм;

Допустиме осьове биття 0,3 мм.

					003Б-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

4 ПРОЕКТУВАННЯ МЕХАНІЧНОЇ ДІЛЬНИЦІ

4.1. Розрахунок необхідної кількості основного виробничого обладнання

Основними даними для розрахунку необхідної кількості виробничого обладнання являється трудомісткість і річна програма. Маючи трудомісткість основної деталі-представника по кожній операції і виробничу програму, визначаємо необхідну кількість верстатів по формулі:

$$C_p = \frac{T_{ум.к} \cdot N}{60F_e};$$

де, C_p - розрахункове число верстатів, необхідних для виконання річної програми даної операції;

$T_{ум.к}$ - час на виконання даної операції, хв.;

N - річна програма, шт.;

F_e - дійсний фонд часу роботи обладнання.

Отриману необхідну кількість верстатів для кожної операції закруглюємо в більшу сторону до цілого числа. Для аналізу степені використання виробничого обладнання розраховуємо коефіцієнт його завантаження:

$$K_z = \frac{C_p}{C_n};$$

де, C_n - прийняте число верстатів для виконання річної програми даної операції штук.

Знайдемо верстатомісткість виконання річної програми комплексу деталей по кожному виду обладнання. Результати зведемо в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1-Верстатомісткість виготовлення комплексу по видах обладнання

Обладнання	$\Sigma T_{ум.к}$, хв	Верстатомісткість на програму
1	2	3
1. Вертик.-фрезерн. 6P12	23,63	6657,5
2. Горизонт.-фрезерн. 6P82	15,27	3817,5
3. Плоско шліф. 3Б722	7,49	1872,5

					003Б-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

4. Свердл.-фр.-розт. ЛФ260МФ3	22,4	5600
5. Радіально-свердлильний 2М55	6,43	1607,5
6. Свердлильн. з ЧПК 2Р135Ф2-1	24,72	6180

По даних таблиці 4.1 розрахуємо кількість обладнання необхідного для виконання річної програми виготовлення комплекту деталей і коефіцієнт завантаження обладнання. Розрахунки зводимо в таблицю 4.2.

Таблиця 4.2 - Визначення кількості основного виробничого обладнання і коефіцієнта закріплення операції.

№ п/п	Основні показники	Види обробки					
		Вертикально-фрезерний 6Р12	Горизонтально-фрезерний 6Р82	Плоскшліфовальний 3Б722	Свердлильно-фрезерний ЛФ260МФ3	Радіально-свердлильний 2М55	Сверлильний з ЧПК 2Р135Ф2-1
1	Нормативна працемісткість	6657,5	3817,5	1872,5	5600	1607,5	6180
2	Працемісткість з врахуванням перевиконання норм	6052,3	3470,5	1702,3	5091	1461,4	5618,2
3	Дійсний фонд часу роботи верстатів	4055	4055	4055	3985	4055	3985
4	Розрахункова кількість верстатів	1,5	0,86	0,45	1,28	0,36	1,41
5	Прийнята кількість верстатів	2	1	1	2	1	2
6	Коефіцієнт завантаження	0,75	0,86	0,45	0,64	0,36	0,71

Загальна кількість верстатів на ділянці - 9 шт.

Середній коефіцієнт закріплення операції:

										Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	003Б-25.00.00.00.000ПЗ					

$$Q = 3600 \cdot 30 \cdot 0,11^2 \left(\frac{7,7}{\frac{30}{2} - 1} \right)^{1,4} = 513,79 [m^3 / год];$$

По даній продуктивності вибираємо тип підсосу ТДК-13К

Паспортні дані:

1. Продуктивність $Q = 535 [m^3 / год]$.
2. Діаметр колеса вентилятора 250мм.
3. Число обертів колеса $1500 об^{-1}$.
4. Потужність потоку повітря 30м/с.

5.2 Розрахунок плавких запобіжників силового щита дільниці

Основною характеристикою плавких запобіжників є номінальний струм, який повинен бути рівним або більшим розрахункового струму I_p .

$$I_H \geq I_p;$$

$$I_p = K_c \cdot n \cdot I_H;$$

де, n - число споживачів;

K_c - коефіцієнт запасу

$$K_c = \frac{P_H}{P};$$

I_H - номінальний струм споживача.

$$I_p = \frac{I_{нус}}{2,5};$$

де, $I_{нус}$ - пусковий струм окремого двигуна.

Якщо до магістралі під'єднати декілька двигунів, то розрахунковий струм буде:

$$I_p = \frac{K_c (n-1) I_H + I_{нус}}{2,5}.$$

Для фрезерного верстату мод 6P12 число двигунів $n = 3$ з номінальним струмом $I_H = 4A$, а коефіцієнт запасу $K_c = 0,9$.

										Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	003Б-25.00.00.00.000ПЗ					

$$I_{\text{нус}} = 2,5I_H = 2,5 \cdot 4 = 10A;$$

$$I_p = \frac{0,9(3-1)4 + 10}{2,5} = 6,8A;$$

Вибираємо плавкий запобіжник з ножевим наконечником з плавкою вставкою в вигляді прямої нитки ПН-50-4

$$l_{\text{ном}} = 50\text{мм}; I_H = 4A; I_{\text{пл}} \leq 8A; t \leq 10\text{с}; R \leq 20\text{М}.$$

5.3 Пожежна профілактика

Розроблювані приміщення дільниці механічного цеху для виготовлення важеля належать до категорії "Д", що означає їхню пожежну безпеку.

Згідно з СНиП 2.09.02-2004, до категорії "Д" відносяться виробництва, в яких обробляються негорючі матеріали та речовини у холодному стані, такі як цехи холодної обробки.

Таблиця 5.1- Пожежна характеристика виробничих будинків

Категорія будівель	Допустима кількість поверхів	Степінь вогнестійкості будівель	Площа поверху в межах відліку		
			Одноповерхові	Багатоповерхові	
				2 поверхи	3 і більше
Д	10	I; II	Не обмежується		
	3	III	7800	6500	3500
	6	III А	Не обмежується		
	1	III Б	25000	-	-
	2	IV А	10400	7800	-
	2	IV	3500	2600	-
	2	V	1600	1500	-

Дільниця механічної обробки важеля розташована в будівлі, яка належить до III ступеня вогнестійкості. Будівлі категорії Д з III ступенем вогнестійкості не підлягають обов'язковому поділу на протипожежні відсіки, що відповідає чинним нормам безпеки.

					003Б-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Таблиця 5.2- Степінь вогнестійкості.

Степінь вогнестійкості будівлі	Мінімальні границі вогнестійкості будівлі								
	Границі розповсюдження вогню по хв., см								
	Несучі і коридорні клітки	Самонесучі	Зовнішні несучі	Внутрішні несучі	Колона	Коридорні	Плитки, пластини	Елементи покриття	
Плитки, пластини								Балки форми	
II	2	1	0,25	0,25	2	1	0,75	0,25	0,25

Відповідно до СНиП 201.02-2004, на ділянці передбачені евакуаційні виходи. Відстань до евакуаційних виходів для одноповерхових будівель II ступеня вогнестійкості визначається за відповідною формулою, що враховує характеристики приміщення та вимоги до безпеки евакуації:

$$l \leq 1,5P;$$

де, P - периметр.

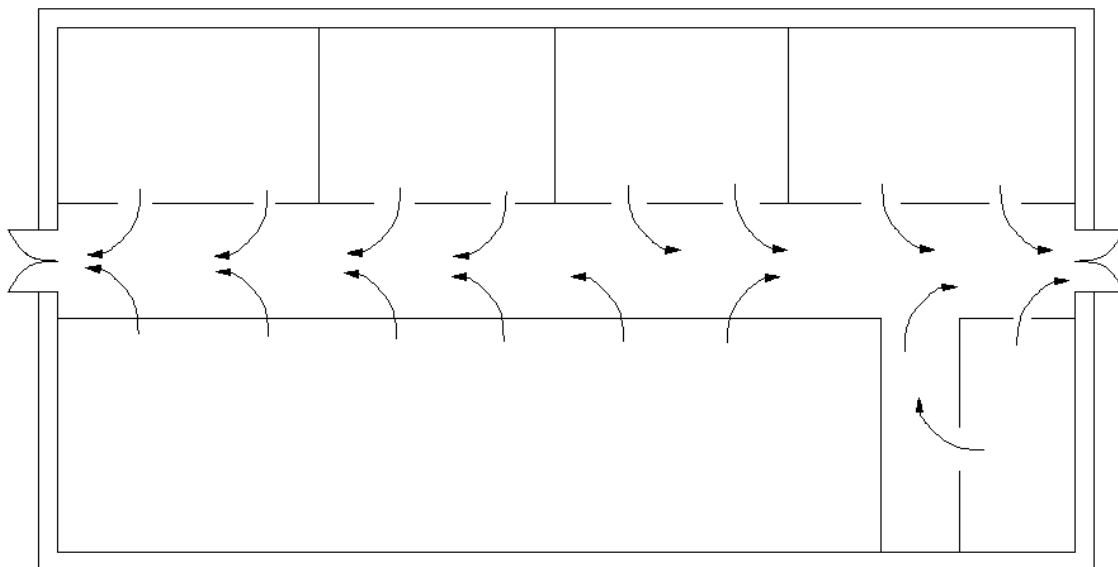


Рисунок 5.1-Схема евакуації з ділянок механічної обробки

Для забезпечення пожежної безпеки на ділянці встановлені пожежні гідранти, які використовуються для зовнішнього та внутрішнього пожежогасіння.

Також на ділянці розміщені пожежні щити, оснащені вогнегасниками:

- ОХП-10 – із розрахунку 1 вогнегасник на 1800 м²;
- ОУ-5 – із розрахунку 1 вогнегасник на 10 двигунів.

Крім того, на ділянці передбачено автоматичну пожежну систему, яка активується при спрацюванні пожежних сигнальних датчиків.

					003Б-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

У кваліфікаційній роботі бакалавра розроблено технологічний процес механічної обробки важеля 00.038.

У загальній частині проаналізовано службове призначення важеля та технічні умови його виготовлення, а також проведено розрахунок методу отримання заготовки та вибір способу обробки поверхонь.

У технологічній частині здійснено аналіз технологічності конструкції деталі, вибір технологічних баз, визначення допусків і технологічних розмірів, а також розрахунок припусків. Розраховано режими різання, обрано необхідне обладнання та технологічне оснащення.

У конструкторській частині спроектовано верстатний пристрій та пристрій для контролю, а також розроблено механічну дільницю. Виконано розрахунок основних техніко-економічних показників виробничої дільниці.

У розділі «Охорона праці» запропоновано заходи конструктивного та організаційного характеру для зниження рівня шуму та вібрації, проведено розрахунок плавких запобіжників силового щита дільниці, а також розглянуто заходи пожежної безпеки.

					003Б-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

10. Zabolotnyi, O., Bozhko, T., Halchuk, T., Zaleta, O., Cagáňová, D. (2022). Investigation of the Surface Layer Hardness When Grinding Sintered Porous Workpieces. In: Ivanov, V., Trojanowska, J., Pavlenko, I., Rauch, E., Peraković, D. (eds) Advances in Design, Simulation and Manufacturing V. DSMIE 2022. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham / URL: https://doi.org/10.1007/978-3-031-06025-0_35

					003Б-25.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		