

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 ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ
ПРОНИКНИХ МАТЕРІАЛІВ З ВІДХОДІВ
МАШИНОБУДІВНОГО ВИРОБНИЦТВА**

спеціальність 131 Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Прикладна механіка»

(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти

Групи: ІМс-21

Миколайчук Назар Олегович

(підпис)

Керівник:

д.т.н., професор

Повстяной Олександр Юрійович

(підпис)

Кваліфікаційну роботу

допущено до захисту

«__» _____ 2023 р.

к.т.н., доцент

Гарант освітньої програми:

Божко Тетяна Євгенівна

(підпис)

Луцьк – 2023 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

_____ Редько Р.Г.

«___» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Миколайчуку Назару Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи *Проектування ділянки для виготовлення проникних Матеріалів з відходів машинобудівного виробництва*

Керівник роботи: *Повстяной Олександр Юрійович, д.т.н., професор кафедри ПМ та М*
затвержені наказом вищого навчального закладу від « 28 » *грудня* 2022 р. № *986/01-02*

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи «01» *червня* 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи *Річна програма випуску – 300 шт. Креслення деталі. Технічна документація та нормативні дані*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити):
Вступ та анотація. Загальна частина. Розробка технологічного процесу обробки деталі. Конструкторська частина. Проектування механічної ділянки. Охорона праці. Висновки

5. Перелік графічного матеріалу:

Заготовка 1л. – ф.1А; Карта технологічного налагодження 1л. – ф.А1; Пристрій верстатний 1л – ф.А1; Спеціальний пресувальний пристрій 1 л – ф.А1; Контрольний пристрій 1л – ф.А1.Планування ділянки 1л – ф.А2

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання «22» листопада 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Обґрунтування теми</i>	<i>25.11.2023р.</i>	
2.	<i>Огляд літератури із досліджуваної проблеми</i>	<i>20.12.2022р.</i>	
3.	<i>Загальний розділ</i>	<i>14.01.2023р.</i>	
4.	<i>Технологічний розділ</i>	<i>11.02.2023р.</i>	
5.	<i>Конструкторський розділ</i>	<i>11.03.2023р.</i>	
6.	<i>Охорона праці</i>	<i>08.04.2023р.</i>	
7.	<i>Формування додатків</i>	<i>22.04.2023р.</i>	
8.	<i>Оформлення ілюстративного матеріалу</i>	<i>06.05.2023р.</i>	
9.	<i>Нормоконтроль</i>	<i>13.05.2023р.</i>	
10.	<i>Інструментальна перевірка на академічний плагіат</i>	<i>27.05.2023р.</i>	
11.	<i>Представлення кваліфікаційної роботи бакалавра до захисту</i>	<i>01.06.2023р.</i>	

Здобувач вищої освіти

_____ (підпис)

(Миколайчук Н.О.)
(прізвище, ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

(Повстяной О.Ю.)
(прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Миколайчук Н.О. Проектування дільниці для виготовлення проникних матеріалів з відходів машинобудівного виробництва. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Прикладна механіка» спеціальності 131 Прикладна механіка. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2023.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків.

У даній випускній роботі на тему: “ Проектування дільниці для виготовлення проникних матеріалів з відходів машинобудівного виробництва” розроблено дільницю по виготовленню корпусу для фільтрування технічної води.

У пояснювальній записці розроблено технологічний процес виготовлення проникного корпусу для фільтрування технічної води, розроблено конструкції верстатного, контрольного пристрою та спеціального пресувального пристрою, розроблено дільницю по виготовленню даного корпусу.

Виконаний розділ з охорони праці. Зроблено обґрунтування актуальності вирішення питань охорони праці.

Ключові слова: корпус, карта налагодження, контрольний пристрій, дільниця, свердління, вібрація, пресувальний пристрій.

ANNOTATION

Mykolaichuk N.O. Designing a site for the production of permeable materials from machine-building waste. Manuscript.

Bachelor's qualification work of OP "Applied Mechanics" specialty 131 Applied Mechanics. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2023.

The bachelor's qualification work consists of an introduction, four sections, conclusions, a list of used sources, and appendices.

In this graduation work on the topic: "Designing a site for the production of permeable materials from machine-building waste" a site for the production of housing for technical water filtration was developed.

In the explanatory note, the technological process of manufacturing a permeable housing for technical water filtration was developed, the designs of the machine tool, control device, and special pressing device were developed, and the division for the production of this housing was developed.

Completed section on labor protection. The justification of the relevance of solving labor protection issues has been made.

Key words: housing, debugging map, control device, site, drilling, vibration, pressing device.

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
- 3.3 Розрахунок обладнання для пресування фільтруючих ППМ

4 ПРОЕКТУВАННЯ МЕХАНІЧНОЇ ДІЛЬНИЦІ

- 4.1 Уточнення типу виробництва
- 4.2 Визначення кількості працівників на дільниці
- 4.3 Розрахунок виробничої площі дільниці

					120В-18.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.4 Розробка технологічного планування ділянки

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

ДОДАТОК

					120В-18.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Технологічність виробництва, технічний прогрес, якість продукції від розвитку виробництва нового обладнання, верстатів і апаратів, від впровадження методів техніко-економічного аналізу, що забезпечує розв'язок задач та економічну ефективність технологічних та конструкторських новітніх розробок.

Значення цих питань при підготовці висококваліфікованих спеціалістів виробництва, що повністю оволоділи інженерними методами проектування та моделювання виробничих процесів, явне.

У процесі виконання випускної роботи здобувач вищої освіти виконує комплексну задачу з аналізу конструкції деталі, її технологічності, проектування технологічного процесу її виготовлення, конструювання оснащення, проектування ділянки механічного цеху. Ще розглядаються питання охорони праці та екології виробництва.

Також особлива увага приділяється самостійній творчості здобувача з метою розвитку його ініціативи у розв'язанні технічних, технологічних і організаційних задач.

Тому необхідно вивчити прогресивні напрямки розвитку технологічних методів і технічних засобів, встановлення якісних та кількісних показників дати свої пропозиції щодо оптимального технологічного процесу виготовлення відповідної деталі.

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1
ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Службове призначення і характеристика об'єкта виробництва, аналіз ТУ
на деталь

Даний корпус є складовою частиною вузла фільтрувального пристрою.
Експлуатаційне призначення – фільтрація технічної води.

У відповідності з відповідним класифікатором – деталь належить до класу 50 – деталі особливого машинобудівного застосування. Підклас — корпуси механізмів і фільтрувальних пристроїв гідросистем, що мають один базовий отвір.

Дана група – це корпуси нероз'ємні з установочною поверхнею і з криволінійною зовнішньою поверхнею.

Підгрупа – корпус з плоскою установочною поверхнею з фіксуючими елементами, паралельними установочній поверхні базовими отворами. Вид – з одним наскрізним отвором.

Деталь виготовлена із відходів машинобудівного виробництва – порошку сталі ШХ15.

Хімічний склад матеріалу деталі та його механічні властивості вказано в таблицях 1.1 та 1.2.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі ШХ15

C, %	Si, %	Mn, %	Cr, %	Ni, %	Cu, %	S, %	P, %
0,15- 0,17	0,25- 0,46	0,4- 0,9	≤0,7	≤0,3	0,3	0,05	0,05

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ			Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі ШХ15

Режим термообробки			σ_T , кгс/мм ²	σ_B , кгс/мм ²	δ , %	ψ , %	HRCэ
Операція	$t^\circ C$	Охолодне середовище					
Покра- щення	600-880	Повітря	64	70	15	25	80-262
Норма- лізація	600-630	Повітря					
Гарту- вання	860-880	Повітря	75	80	10	30	HRC 25-35
Покра- щення	600-880	Повітря					

σ_T – границя текучості, кгс/мм²;

σ_B – границя міцності при розтягуванні, кгс/мм²;

δ - відносне видовження зразка, %;

ψ - відносне звуження поперечного січення зразка, %.

Деталь має точні поверхні – отвори $\varnothing 44H7$ і $\varnothing 24K6$, виконані відповідно по 7 та 6 квалітетах точності з шорсткістю Ra=1,25 мкм. Також по 6 квалітету точності обробляється отвір з різьбою M27×0,75-6H, шорсткість Rz=20 мкм.

Ряд поверхонь площин і бобишок, в більшості випадків паралельних осі отвору $\varnothing 44H7$ і отвору $\varnothing 24K6$.

Для надійного функціонування приводу передбачено вимогу забезпечення не співвісності отворів $\varnothing 44H7$ та $\varnothing 24K6$ не більше 0,002 м.

Для забезпечення міжцентрової відстані і нормального зачеплення необхідно, щоб розмір від вісі до стикуючої площини, яка проходить через отвір $\varnothing 44H7$ був виконаний з досить високою точністю і відхиленням не більше 0,03-0,04 мм.

Для забезпечення стабільності розміщення поверхонь деталі потрібно провести термооброблення деталі.

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

З метою захисту поверхонь від шкідливого атмосферного впливу передбачена гальванічна обробка деталі та лакофарбове покриття зовнішніх поверхонь.

Таблиця 1.3 – Аналіз технічних умов

Позначення поверхні	Технічна вимога	Метод виконання	Метод контролю
1	2	3	4
А	Забезпечити шорсткість Rz20 і точність виконання розмірів по 6 квалітету точності.	Точіння чистове	Мікрометр. Взірці шорсткості ГОСТ9378-75.
Б	Забезпечити шорсткість Rz20 і точність виконання розмірів по 7 квалітету точності.	Точіння чистове	Мікрометр. Взірці шорсткості ГОСТ9378-75.
В	Забезпечити шорсткість Rz40 і точність виконання розмірів по 14 квалітету точності.	Точіння напівчистове	Штангенциркуль. Взірці шорсткості ГОСТ9378-75.
Г	Забезпечити шорсткість Rz40 і точність виконання розмірів по 14 квалітету точності.	Точіння напівчистове	Штангенциркуль. Взірці шорсткості ГОСТ9378-75.
Д	Забезпечити шорсткість Rz40 і точність виконання розмірів по 14 квалітету точності.	Точіння напівчистове	Штангенциркуль. Нутромір. Взірці шорсткості ГОСТ9378-75.
Е	Забезпечити шорсткість Rz40 і точність виконання розмірів по 14 квалітету точності.	Фрезерування напівчистове	Штангенциркуль. Штангенрейсмус. Взірці шорсткості ГОСТ9378-75.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

012В-23.00.00.00.000 ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4
Є	Забезпечити шорсткість Rz40 і точність виконання розмірів по 14 квалітету точності.	Фрезерування напівчистове	Штангенциркуль. Штангенрейсмус. Взірці шорсткості ГОСТ9378-75.
Ж	Забезпечити шорсткість Rz40 і точність виконання розмірів по 14 квалітету точності.	Фрезерування напівчистове	Штангенциркуль. Штангенрейсмус. Взірці шорсткості ГОСТ9378-75.
З	Забезпечити шорсткість Rz40 і точність виконання розмірів по 14 квалітету точності.	Фрезерування напівчистове	Штангенциркуль. Штангенрейсмус. Взірці шорсткості ГОСТ9378-75.
К	Забезпечити шорсткість Rz40 і точність виконання розмірів по 14 квалітету точності.	Точіння напівчистове	Штангенциркуль. Взірці шорсткості ГОСТ9378-75.
Л	Забезпечити шорсткість Rz40 і точність виконання розмірів по 14 квалітету точності.	Точіння напівчистове	Штангенциркуль. Взірці шорсткості ГОСТ9378-75.
М	Забезпечити шорсткість Rz40 і точність виконання розмірів по 8 квалітету точності.	Свердління чистове	Калібр на розміщення отворів
Н	Забезпечити шорсткість Rz40 і точність виконання розмірів по 8 квалітету точності.	Свердління чистове	Калібр на розміщення отворів
О	Забезпечити шорсткість Rz40 і точність виконання розмірів по 8 квалітету точності.	Свердління чистове	Калібр на розміщення отворів

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

012В-23.00.00.00.000 ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4
П	Забезпечити шорсткість Rz20 і точність виконання розмірів по 7 квалітету точності.	Нарізання різі чистове	Калібр на розміщення отворів. Калібр-пробки різьбові
Р	Забезпечити шорсткість Rz20 і точність виконання розмірів по 7 квалітету точності.	Нарізання різі чистове	Калібр на розміщення отворів. Калібр-пробки різьбові
С	Забезпечити шорсткість Rz20 і точність виконання розмірів по 7 квалітету точності.	Нарізання різі чистове	Калібр на розміщення отворів. Калібр-пробки різьбові
Т	Забезпечити шорсткість Rz20 і точність виконання розмірів по 7 квалітету точності.	Нарізання різі чистове	Калібр на розміщення отворів. Калібр-пробки різьбові
У	Забезпечити шорсткість Rz20 і точність виконання розмірів по 6 квалітету точності.	Нарізання різі чистове	Калібр на розміщення отворів. Калібр-пробки різьбові

1.2 Вибір методу одержання заготовки

Найбільш широке розповсюдження фільтруючі пористі проникні матеріали (ППМ) отримали для очистки рідин та газів від різноманітних домішок. Проведені теоретичні та експериментальні дослідження також довели, що ППМ з анізотропною пористою структурою мають кращі експлуатаційні характеристики.

Проведені експериментальні дослідження по оптимізації експлуатаційних характеристик фільтруючих ППМ дозволили розробити новий технологічний процес отримання фільтруючих ППМ.

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Технологія отримання керамічних фільтруючих ППМ представлена на
 рисунок 1.1.

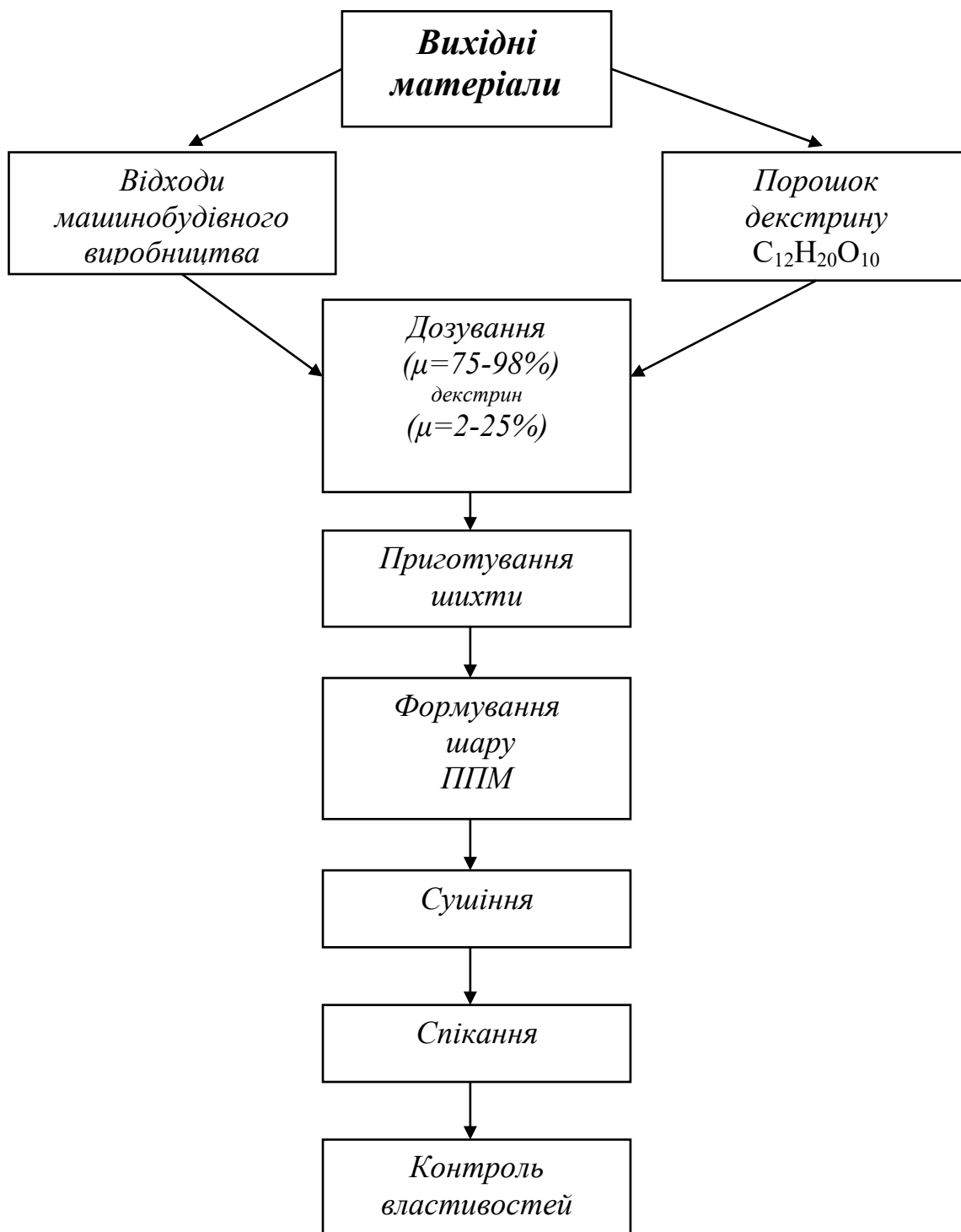


Рисунок 1.1 – Схема технологічного процесу отримання ППМ з відходів
 машинобудівного виробництва

Новий технологічний процес отримання ППМ з порошку відходів машинобудівного виробництва включає наступні основні операції:

- підготовку вихідних порошків сталі ШХ15 та декстрину (вибір потрібного гранулометричного складу порошку та декстрину $C_{12}H_{20}O_{10}$, контроль їх технологічних властивостей);
- дозування кожного шару (наприклад, 75-98% керамічного порошку, 2-15% декстрину по об'єму);
- приготування шихти у змішувачу типу “п’яна бочка” об’ємом 2 дм³. Змішування проводилось у режимі перекочування при швидкості обертання $n=80-120$ об/хв. При змішуванні використовувались сталеві кулі діаметром 12 мм у кількості 8 шт. Корпус, кулі та основні деталі змішувача виготовлено із сталі X18H9T. Час змішування 2 год;
- дозування (засипка) шару в форму, яке здійснювалось на вібростенді з метою забезпечення рівномірної насипної густини по довжині (об’єму) виробу;

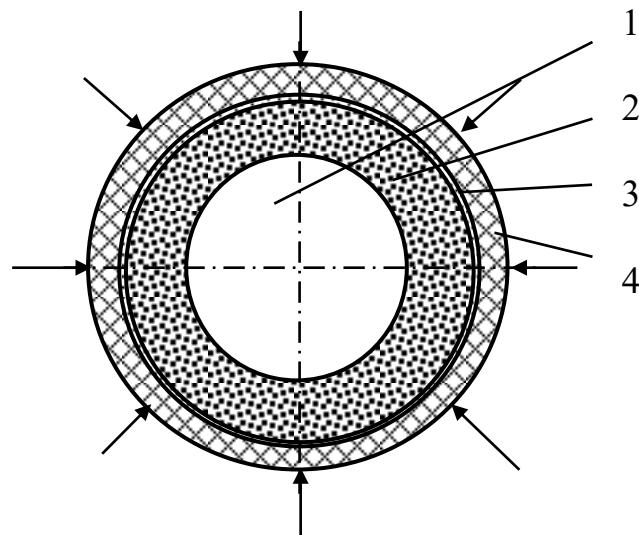


Рисунок 1.2 – Схема виготовлення шару ППМ: 1 – оправка; 2 – керамічний шар; 3 – прошарок; 4 – оболонка

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- пресування засипки при тиску 150 МПа на установці сухого радіально-ізостатичного пресування;
- сушіння заготовки протягом 6 год на повітрі;
- спікання сформованої заготовки у вертикальній вакуумній печі ;
- контроль геометричних розмірів та експлуатаційних характеристик готових фільтруючих ППМ.

1.3 Вибір методу обробки поверхонь

Технологічні методи обробки поверхонь вибирають за умови забезпечення "уточнення" заготовки деталі.

Для його визначення користуються розрахунковим уточненням ε_p :

$$\varepsilon_p = \frac{T_3}{T_d},$$

де T_3 і T_d – допуски деталі і заготовки (мм).

Уточнення ε_n , яке одержить повітря заготовок, пройшовши всі методи обробки:

$$\varepsilon_n = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \dots + \varepsilon_m,$$

Показником того, є нерівність:

$$\varepsilon_p \leq \varepsilon_n,$$

Якщо на поверхні потрібно досягнути точність не нижче 6-го квалітету, то кількість методів оброблення m визначається:

$$m = \frac{\lg \varepsilon_p}{0,46}$$

Уточнення ε_i будь-якого метода оброблення наближено визначаємо за формулою:

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

де T_{i-1} , T_i – відповідно допуски, що забезпечуються попереднім і даним методом оброблення.

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо необхідну кількість переходів для оброблення отвору Ø40H14^(+0,016) шорсткість поверхні R_a = 0,63мм, сталь ШХ15.

Допуск заготовки – T_з = 0,39 мм, деталі – T_д = 0,016 мм.

Розрахункове уточнення:

$$\varepsilon_p = \frac{0,39}{0,016} = 24,375$$

Необхідна кількість обробок:

$$m = \frac{\text{Lg}24,375}{0,46} = 3,015$$

Таблиця 1.4 – Методи обробки поверхні деталі

Назва поверхні	Квалітет	Допуск, мм		Уточнення		Кількість обробок
		Позначення	Величина	Формула	Значення	
Поверхня Ø40H14	6	T _д	16	$\varepsilon_p = \frac{T_z}{T_\delta} = \frac{390}{16}$	24,375	4
Заготовка	13					
Розточування - чорнове	11	T _p ¹	160	$\varepsilon_1 = \frac{T_z}{T_p^1} = \frac{390}{160}$	2,4375	
- чистове	10	T _p ²	62	$\varepsilon_2 = \frac{T_p^1}{T_p^2} = \frac{390}{62}$	2,587	

Перевірка:

$$\prod \varepsilon_i = 2,4375 \times 2,581 \times 2,48 \times 1,5265 = 24,378$$

Оскільки $\prod_{i=1}^m \varepsilon_i \geq \varepsilon_p$ кількість методів обробок поверхні деталі призначена вірно.

1.4 Визначення типу та організаційної форми виробництва

Тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операцій згідно ГОСТ14.004-83.

$$K_{30} = \frac{\sum O}{\sum P};$$

де $\sum O$ - число різноманітних операцій;

$\sum P$ - число робочих місць на даній ділянці цеху.

Визначаємо кількість верстатів для кожної операції:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{ум}}{60 \cdot F_{\phi} \cdot \eta_{з.н.}},$$

де N - річна програма, 300 шт в рік;

$T_{ум}$ - штучний час, хв.;

F_{ϕ} - дійсний річний фонд часу роботи обладнання, $F_{\phi} = 3979$ год при двохзмінній роботі;

$\eta_{з.н.}$ - нормативний коефіцієнт завантаження обладнання (при двохзмінній роботі $\eta_{з.н.} = 0,75 - 0,8$).

Фактичний коефіцієнт завантаження обладнання:

$$K_{3\phi} = \frac{C_p}{C_{ПР}},$$

де C_p - коефіцієнт завантаження обладнання;

$C_{ПР}$ - прийнятий коефіцієнт завантаження обладнання.

Кількість операцій, що виконуються на даних робочих місцях:

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{K_{3\phi}}.$$

За поданими залежностями визначаємо конкретні значення для базового технологічного процесу виготовлення корпусу і зводимо результати розрахунків у таблицю 1.5.

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.5 – Розрахунок робочих місць та кількості операції ТП корпусу

№ операції	Назва операції	$T_{шт}$	m_p	C	$\eta_{з.ф}$	O
005	Вертикально-фрезерна	1,39	0,0115	1	0,0115	69,6
010	Токарно-гвинторізна	15,27	0,0237	1	0,0237	33,70
015	Токарно-гвинторізна	34,69	0,054	1	0,054	14,81
020	Вертикально-фрезерна	32,12	0,05	1	0,05	16,0
025	Вертикально-фрезерна	21,71	0,034	1	0,034	23,67
030	Вертикально-фрезерна	27,43	0,043	1	0,043	18,77
035	Токарно-гвинторізна	17,1	0,027	1	0,027	30,75
040	Токарно-гвинторізна	20,81	0,032	1	0,032	24,69
045	Вертикально-фрезерна	4,88	0,0076	1	0,0076	105,4
050	Вертикально-фрезерна	14,58	0,023	1	0,023	35,24
055	Вертикально-фрезерна	12,72	0,019	1	0,019	40,40
060	Вертикально-фрезерна	27,12	0,042	1	0,042	18,94
065	Вертикально-фрезерна	17,9	0,028	1	0,028	28,78
070	Вертикально-свердлильна	51,7	0,081	1	0,081	9,94
075	Зенкувальна	12,07	0,019	1	0,019	42,55
080	Вертикально-фрезерна	32,7	0,051	1	0,051	15,72
085	Вертикально-фрезерна	25,76	0,04	1	0,04	19,95
090	Вертикально-фрезерна	31,67	0,049	1	31,67	16,25
095	Вертикально-свердлильна	19,53	0,031	1	19,53	26,32
100	Вертикально-свердлильна	12,91	0,02	1	12,91	39,8
105	Свердлильно-зенкувальна	12,56	0,0197	1	12,56	40,61
110	Різенарізна	13,17	0,021	1	13,17	39,01
115	Різенарізна	11,24	0,018	1	11,24	45,71
120	Різенарізна	7,0	0,011	1	7,0	73,39
125	Різенарізна	11,31	0,018	1	11,31	45,45
130	Різенарізна	16,25	0,025	1	16,25	31,62
135	Різенарізна	13,9	0,022	1	13,9	36,87
140	Різенарізна	6,8	0,011	1	6,8	75,47

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальна кількість робочих місць:

$$\sum C = 28.$$

Загальна кількість операцій:

$$\sum O = 1055,39$$

Коефіцієнт закріплення операцій:

$$K_{zo} = \frac{1055,39}{28} = 37,69;$$

При такому коефіцієнті закріплення операцій тип виробництва – дрібносерійний.

Використовується в основному універсальне обладнання, верстати з ЧПК, які дозволяють проводити швидко переналагодження на випуск широкої номенклатури деталей.

Пристрої для оброблення деталей на верстатах використовуються універсальні для забезпечення необхідних технічних вимог на виготовлення корпусу.

Різальний інструмент в основному стандартний, який забезпечує досягнення економічності виготовлення.

Контрольний інструмент – універсальний, який дозволяє використання його для вимірювань інших деталей, які виготовляються на даному підприємстві.

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Аналіз технологічності конструкції деталі

Корпус являє собою по конфігурації корпусну деталь для фільтрування технічної води. Вона отримується методом пресування, конфігурація зовнішнього контура та внутрішніх поверхонь не викликає значних труднощів при обробленні.

З точки зору доступу до поверхонь механічної обробки деталь недоліків не має. Недоліком деталі щодо технологічності є наявність поверхонь, розміщених під кутом один до одної, багато різьбових отворів. Легкий доступ інструменту, наявність базових поверхні, як при токарній обробці і фрезеруванні, отворів, хороше стружковидалення (стружка не забивається в деталі).

Рівень технологічності конструкції по точності обробки характеризується коефіцієнтом точності:

$$K_{T.Ч.} = 1 - \frac{1}{T_{сер}} = 1 - \frac{\sum n_i}{\sum Tn_i},$$

де $T_{сер} = \frac{\sum Tn_i}{\sum n_i} = \frac{n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots + 17n_{17}}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_{17}}$ - середній клас точності

обробки виробу;

n_i - число розмірів відповідного класу точності;

T - клас точності обробки.

Класи точності поверхонь:

6 квалітет, $n = 1$; $T = 6$;

7 квалітет, $n = 4$; $T = 7$;

10 квалітет, $n = 1$; $T = 10$;

14 квалітет, $n = 12$; $T = 14$;

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{сер} = \frac{12 \cdot 14 + 1 \cdot 10 + 4 \cdot 7 + 1 \cdot 6}{12 + 1 + 4 + 1} = 11,78$$

$$K_{Т.ч.} = 1 - \frac{1}{11,78} = 0,924$$

При $K_{Т.ч.} > 0,8$ - деталь вище середньої точності, всі поверхні можна отримати типовою обробкою з використанням спеціально розробленого оснащення.

Рівень технологічності конструкції по шорсткості оцінюється по коефіцієнту шорсткості:

$$K_{ш} = \frac{1}{Ш_{ср}} = \frac{\sum ni_{ш}}{\sum Ш_i},$$

де $Ш_{ср}$ - середній клас шорсткості деталі;

n_i - кількість розмірів з шорсткістю даного класу.

Rz20 $n = 6$ - 4 клас шорсткості;

Ra40 $n = 22$ - 3 клас шорсткості;

$$Ш_{ср} = \frac{22 \cdot 3 + 6 \cdot 4}{22 + 6} = \frac{90}{28} = 3,21;$$

$$K_{ш} = \frac{1}{3,21} = 0,31;$$

При $K_{ш} > 0,16$ - деталь не важкообробна. Середній клас шорсткості Rz20.

Коефіцієнт використання матеріалу.

$$K_{вм} = \frac{M_{\partial}}{M_{з}};$$

де $M_{\partial} = 2,37$ кг. – маса деталі по кресленню;

$M_{з} = 4,45$ кг. – маса заготовки.

$K_{вм} = \frac{2,37}{4,45} = 0,53$ - коефіцієнт використання матеріалу для

дрібносерійного типу виробництва.

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Вибір технологічних баз

Від правильного вибору технологічних баз значною мірою залежать наступні фактори:

- точність виконання розмірів;
- правильність розташування поверхонь;
- ступінь складності пристроїв різних інструментів;
- загальна продуктивність оброблення заготовки.

Вихідними даними для вибору баз є – робоче креслення деталі, технічні умови на виготовлення, вид заготовки та стан її поверхонь, бажаний ступінь механізації та автоматизації процесу механічного оброблення.

Від правильності вибору технологічних баз залежить конструкція пристроїв точності і продуктивності механічної обробки.

При достатньо високих вимогах до точності обробки необхідно вибрати точну схему базування.

Для забезпечення точності виготовлення деталі необхідно дотримуватись принципу суміщення баз.

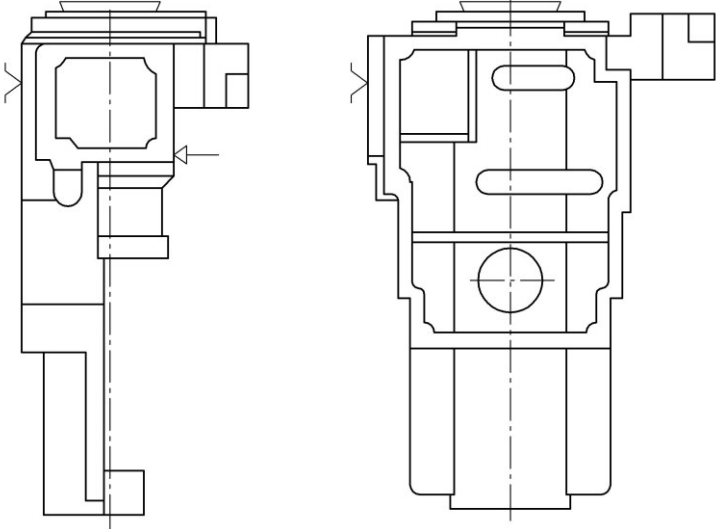
При зміні баз в процесі обробки, точність оброблення знижується із-за похибок взаємного розміщення нових і раніше застосовуваних баз.

Отже в результаті аналізу вибору технологічних баз ми бачимо, що технічні вимоги радіального биття, співвісності та точності розміщення отворів витримується, так як витримується принцип постійності баз (обробка поверхонь проводиться з чистих постійних, а не чорнових баз).

Результати вибору баз зводимо в таблицю 2.1.

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 - Вибір баз

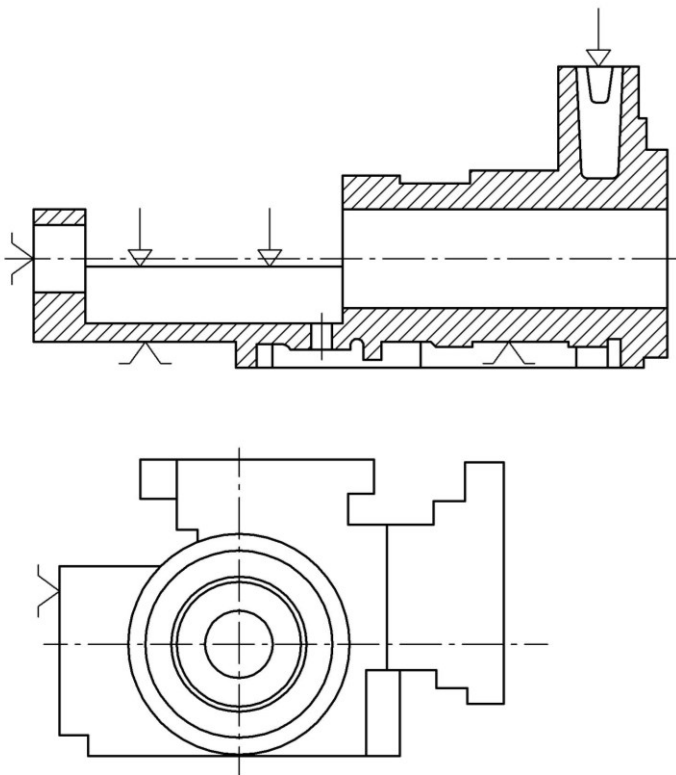
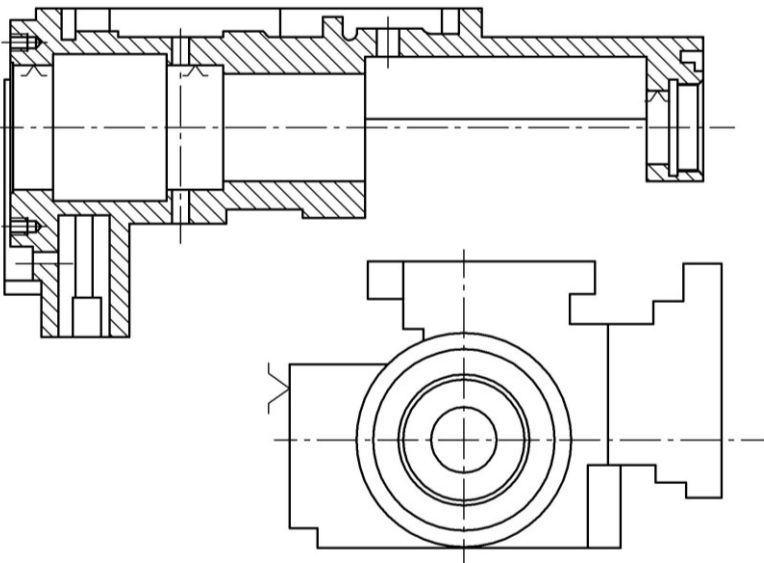
Позначення оброблюваної поверхні	Технологічні баз	Теоретична схема базування
1	2	3
А,Б,В, Г, Е, Є, Ж, У	Т	

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

012В-23.00.00.00.000 ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 2.1

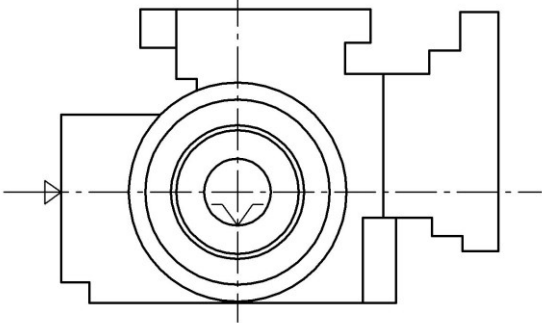
1	2	3
Л, М, Н, О, Ш,	Є, Ж	
3	Т, Л	

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

012В-23.00.00.00.000 ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
К П, Р, С, Х, Щ, Ч, Ю, Я	Р, Ф Є, Ж	

2.3 Визначення допусків і розрахунок припусків

Розрахунок припусків на обробку проводимо аналітичним методом для однієї точної поверхні $\varnothing 24_{-0,18}$.

Технологічний маршрут обробки поверхні $\varnothing 24_{-0,18}$ складається з трьох переходів:

- точіння – по 12 квалітету Ra25 (Rz40);
- напівчистове точіння – по 10 квалітету (Ra3,2);
- чистове точіння – по 6 квалітету Ra0,8.

Для заготовки – прокат Rz125; T=150 мкм.

Для точіння Rz63; T=30 мкм.

Для чистового точіння Ra3,2; T=12 мкм.

Для чистового шліфування Ra0,8; T=2 мкм.

Сумарне значення просторових відхилень для прокату складає:

$$\rho = l \frac{\rho_K}{\rho_K^2 + 0,25}$$

де ρ_K - відхилення осі деталі від прямолінійності заготовки на l мм. довжини заготовки;

$$\rho = 59 \frac{1}{1^2 + 0,25} = 48 \text{ мкм}, \quad \rho_{зм} = 350 \text{ мкм}.$$

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\rho = \sqrt{48^2 + 350^2} = \sqrt{8910 + 122500} = 364,2 \text{ мкм.} - \text{ для заготовки.}$$

$$\rho_1 = 0,05 \cdot \rho = 0,05 \cdot 364,2 = 19 \text{ мкм.} - \text{ для точіння.}$$

$$\rho_2 = 0,04 \cdot \rho = 0,04 \cdot 361,4 = 15 \text{ мкм.} - \text{ для напівчистового точіння.}$$

$$\rho_3 = 0,03 \cdot \rho = 10,9 \text{ мкм.} - \text{ чистового точіння.}$$

Похибка установки визначається за формулою:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2}$$

Похибка базування при обробці деталі:

$$\varepsilon_{h_1} = S_{min} + \delta_B + \delta_A,$$

де $S_{min} = 0,015 \text{ мм} = 15 \text{ мкм.}$

допуск на поверхню, $\delta_A = 0,18 = 180 \text{ мкм.};$

допуск на кулачки $\delta_B = 0,014 = 14 \text{ мкм.}$

Похибка базування складе: $\varepsilon_{\delta} = 180 + 12 + 14 = 206 \text{ мкм.}$

Похибка закріплення $\varepsilon_3 = 500 \text{ мкм.}$

$$\varepsilon_y = \sqrt{206^2 + 500^2} = 524 \text{ мкм.} - \text{ для заготовки.}$$

$$\varepsilon_1 = 0,05 \cdot \varepsilon_y = 0,05 \cdot 500 = 25 \text{ мкм.} - \text{ для точіння.}$$

$$\varepsilon_2 = 0,05 \cdot \varepsilon_y = 0,04 \cdot 500 = 20 \text{ мкм.} - \text{ для напівчистового точіння.}$$

$$\varepsilon_3 = 0,03 \cdot \varepsilon_y = 0,03 \cdot 500 = 15 \text{ мкм.} - \text{ для чистового точіння.}$$

Мінімальне значення величини припуску для точіння розраховується за формулою :

$$2Z_{i\min} = 2 \left(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right).$$

Для точіння:

$$2Z_{1\min} = 2 \left(120 + 63 + \sqrt{361^2 + 524^2} \right) = 2 \cdot 1036 \text{ мкм.}$$

Для напівчистового точіння:

$$2Z_{2\min} = 2 \left(100 + 100 + \sqrt{19^2 + 25^2} \right) = 2 \cdot 236 \text{ мкм.}$$

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Для чистового точіння:

$$2Z_{3min} = 2(50 + 50 + \sqrt{15^2 + 20^2}) = 2 \cdot 131 \text{ мкм.}$$

Розрахунковий розмір:

$$d_{p_i} = d_i + 2Z_{imin_i};$$

$$d_{p_2} = 24 - 2 \cdot 0,1036 = 22,147, \text{ мм.}$$

$$d_{p_1} = 22,147 - 2 \cdot 0,236 = 21,625 \text{ мм.}$$

$$d_{p_{заз}} = 21,625 - 2 \cdot 0,131 = 18,887 \text{ мм.}$$

Найменші граничні відхилення (d_{min}) визначаються додаванням допуску і діаметра :

$$d_{min_i} = d_{max} + \delta;$$

$$d_{min_3} = 22 - 0,18 = 21,82 \text{ мм.}$$

$$d_{min_2} = 21,147 - 0,350 = 20,397 \text{ мм.}$$

$$d_{min_1} = 21,625 - 0,640 = 20,985 \text{ мм.}$$

$$d_{min_{заз}} = 18,887 - 1,300 = 17,587 \text{ мм.}$$

Значення (граничні максимальні і мінімальні) припусків:

$$2Z_{max_3} = 22,397 - 19,94 = 457 \text{ мкм.}$$

$$2Z_{max_2} = 21,985 - 20,147 = 1118 \text{ мкм.}$$

$$2Z_{max_1} = 20,985 - 17,587 = 2562 \text{ мкм.}$$

Проведемо перевірку правильності розрахунків:

$$Z_{max_3} - Z_{min_3} = 2562 - 2036 = 524 \text{ мкм.}; \delta_2 - \delta_3 = 987 - 253 = 524 \text{ мкм}$$

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 – Розрахунок припусків на обробку отвору Ø24К6

Технологічні переходи обробки поверхні	Елементи припуску				$2Z_{min}$	d_p	δ	d_{min}	d_{max}	$2 \cdot Z_{min}$	$2 \cdot Z_{max}$
	Ra	T	ρ	ε							
Заготовка	125	150	364	524	-	17,587	1300	17,587	18,887	-	-
Точіння	63	30	19	25	2·1036	20,397	640	20,397	21,625	1036	2562
Напівчистове точіння	3,2	12	15	20	2·236	20,985	35	20,985	22,147	236	1118
Чистове точіння	0,8	2	10,9	15	2·131	24,0	18	22,82	24,0	131	457

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

012В-23.00.00.00.000 ПЗ

Арк.

Графічно схему розміщення припусків на обробку поверхні можна зобразити як показано на рисунку 2.1.

Для решти поверхонь припуски на обробку визначаємо табличним методом.

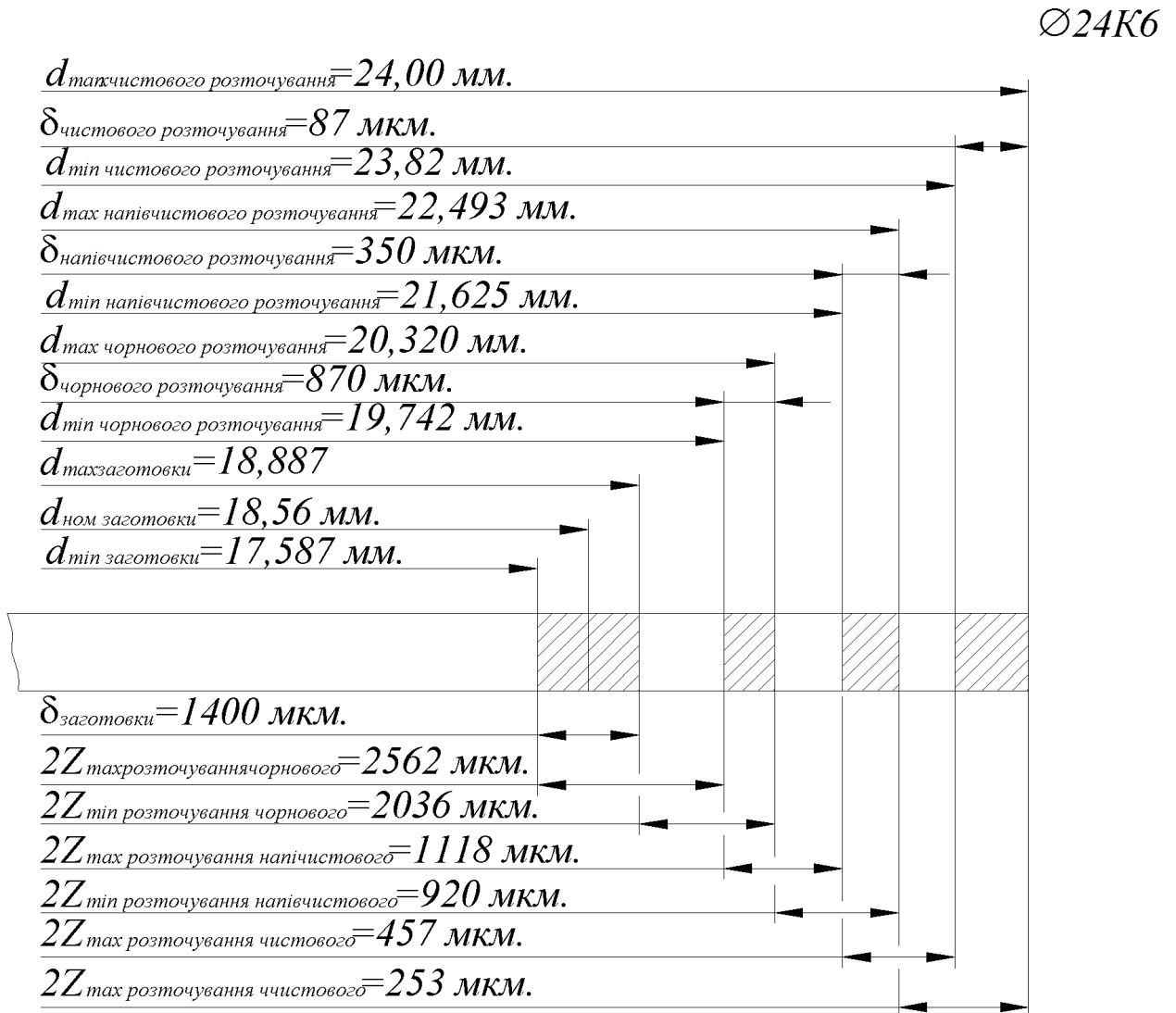


Рисунок 2.1 – Схема розміщення припусків на обробку отвору Ø24K6

						012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			

2.4 Розмірний аналіз технологічного процесу

Розмірний аналіз технологічного процесу має на меті правильне та обґрунтоване визначення проміжних та остаточних значень розмірів. Особливо цього вимагають проміжні розміри, що зв'язують протилежні поверхні.

Розрахунок лінійного ланцюга проводимо для операції 015 – фрезерування двох торців отворів. Для цього нам необхідно визначити розмір між двома дисковими фрезами для наладки верстату.

Замикаючою ланкою лінійного ланцюга є ланка S .

Складаємо схему розмірного ланцюга (представлена на рисунку 2.2).

В даному ланцюгу збільшуючою ланкою є A_3 , зменшуючими ланками – A_1, A_2 .

Основне рівняння розмірного ланцюга:

$$S = A_3 - (A_1 + A_2 + A_2 + A_1);$$

Номинальний розмір замикаючої ланки:

$$S = 58 - (6,5 + 45) = 58 - 51,5 = 6,5 \text{ мм.}$$

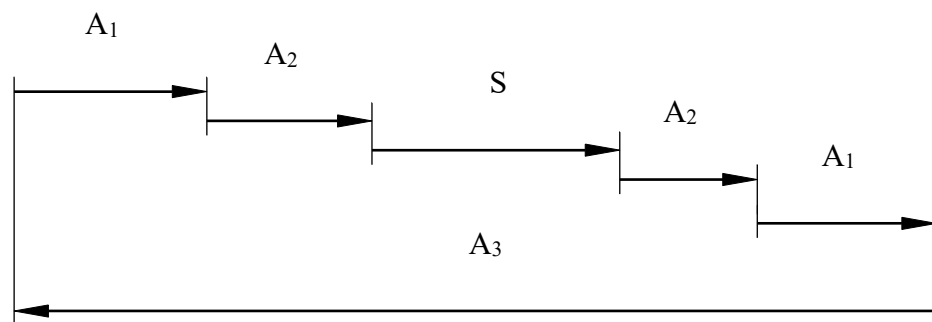


Рисунок 2.2 – Розмірний ланцюг

Середнє відхилення полів допусків складових ланок:

$$\Delta C = \frac{\Delta S + \Delta I}{2};$$

де ΔS - верхнє відхилення розміру складових ланок;

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Δl - нижнє відхилення розміру складових ланок.

$$\Delta C_{A_1} = \frac{(+0,21) + (-0,21)}{2} = 0$$

$$\Delta C_{A_2} = \frac{(+0,16) + (-0,16)}{2} = 0$$

$$\Delta C_{A_3} = \frac{(+0,5) + (-0,5)}{2} = 0$$

Допуск замикаючої ланки рівний сумі допусків всіх складових ланок, тобто:

$$T_s = 0,18 + 0,02 + 0,2 = 0,4 \text{ мм.}$$

Граничні відхилення замикаючої ланки обчислюємо за формулами:

$$\Delta S_s = \Delta C_{cp} + \frac{1}{2} T_s = 0 + \frac{1}{2} \cdot 0,4 = +0,2$$

$$\Delta l_s = \Delta C_{cp} - \frac{1}{2} T_s = 0 - \frac{1}{2} \cdot 0,4 = -0,2$$

Звідси отримуємо необхідний розмір замикаючої ланки:

$$S = 6,5 \pm 0,2 \text{ мм}$$

2.5 Розрахунок режимів різання, вибір обладнання

Параметри режимів різання визначаються, щоб досягнути найбільшої продуктивності праці при найменшій собівартості. Ці умови можливо виконати при роботі інструменту раціональної конструкції та максимальному використанні всіх експлуатаційних можливостей верстату.

Проведемо вибір ріжучого та вимірювального інструменту, що буде необхідний для здійснення спроектованого технологічного процесу виготовлення деталі корпус та представимо його результати у вигляді таблиці 2.3.

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3 – Вибір інструменту

№ операції	Назва операції	Інструмент	
		ріжучий	вимірювальний
1	2	3	4
005	Вертикально-фрезерна	Фреза 2210-0063 ГОСТ24398-86	Штангенциркуль ШЦ-I-125 _{0,1} ГОСТ166-80.
010	Токарно-гвинторізна	Свердло 2317-0012 Р6М5 ГОСТ4010-77. Свердло 2300-0230 Р6М5 ГОСТ10902-77. Свердло 2301-0135 Р6М5 ГОСТ10902-77. Різець розточний 2141-0011 ГОСТ18882-73.	Штангенциркуль ШЦ-I-125 _{0,1} ГОСТ166-80.
015	Токарно-гвинторізна	Різець Т15К6 2103-0007 ГОСТ18879-73. Різець Т15К6 2141-0011 ГОСТ18879-73. Різець Р6М5 2100-0025 ГОСТ188878-75.	Штангенрейсмус ШР-250 ГОСТ164-80. Глибиномір 8151-0010. Пробка контрольна 8133-0937 23Н8 МН172.
020	Комплексна з ЧПК	Фреза торцева 2223-0099 ГОСТ3304-69. Фреза кінцева 2223-0093 ТУ2-035-591-77. Фреза кінцева 2220-1005 ТУ2-035-824-81.	Штангенциркуль ШЦ-II-250 _{0,1} ГОСТ166-80. Штангенрейсмус ШР-250 ГОСТ164-80.
025	Токарно-гвинторізна	Різець Т15К6 2103-0007 ГОСТ18879-73. Різець Т15К6 2141-0011 ГОСТ18879-73. Різець Р6М5 2100-0025 ГОСТ188878-75.	Штангенрейсмус ШР-250 ГОСТ164-80. Глибиномір 8151-0010. Пробка контрольна 8133-0937 23Н8 МН172.
030	Токарно-гвинторізна	Різець Т15К6 2103-0007 ГОСТ18879-73. Різець Т15К6 2141-0011 ГОСТ18879-73. Різець Р6М5 2100-0025 ГОСТ188878-75.	Штангенрейсмус ШР-250 ГОСТ164-80. Глибиномір 8151-0010. Пробка контрольна 8133-0937 23Н8 МН172.
035	Вертикально-фрезерна	Фреза 2210-0609 ГОСТ24398-86	Штангенциркуль ШЦ-I-125 _{0,1} ГОСТ166-80. Глибиномір 8151-0010.

012В-23.00.00.00.000 ПЗ

Арк.

Зм. Лист № докум. Підпис Дата

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
040	Вертикально-фрезерна	Фреза торцева 2223-0099 ГОСТ3304-69. Фреза кінцева 2223-0032 ТУ2-035-591-77. Фреза кінцева 2223-0087 ТУ2-035-824-81.	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ166-80. Штангенрейсмус ШР-250 ГОСТ164-80.
045	Вертикально-фрезерна	Фреза торцева 2223-0067 ГОСТ3304-69.	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ166-80. Штангенрейсмус ШР-250 ГОСТ164-80. Шаблон радіусний ШР-1 ГОСТ4126-82.
050	Комплексна з ЧПК	Фреза 2220-0069 ГОСТ6469-69. Фреза 2220-0067 ГОСТ6469-69. Фреза 2290-4031 ГОСТ6469-69. Свердло 2300-7525-03 ГОСТ10902-77. Свердло 2300-0309 ГОСТ10902-77. Свердло 2300-0142 ГОСТ10902-77. Зенківка спеціальна. Розвертка 2363-0071.	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ166-80. Штангенрейсмус ШР-250 ГОСТ164-80. Шаблон радіусний ШР-1 ГОСТ4126-82. Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1 ГОСТ166-80. Пробки контрольні . Міри кінцеві ГОСТ9038-83.
055	Вертикально-свердлильна	Свердло 2300-6173 ГОСТ10902-77. Свердло 2300-0148 ГОСТ10902-77. Свердло 2300-7561 ГОСТ10902-77.	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ166-80. Пробки контрольні.
060	Різенарізна	Мітчик М3 2621-1061-03 ГОСТ3266-81.	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ166-80. Пробки контрольні
065, 075	Різенарізна	Мітчик М4 2621-1089-03 ГОСТ3266-81	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ166-80. Пробки контрольні

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

012В-23.00.00.00.000 ПЗ

Арк.

065 - 090	Різенарізна	Мітчик М5 2621-1127-03 ГОСТ3266-81.	Штангенциркуль ШЦ-I-125 _{-0,1} ГОСТ166-80. Пробки контрольні
100 - 120	Різенарізна	Мітчик М2,5 2621-1045-03 ГОСТ3266-81	Штангенциркуль ШЦ-I-125 _{-0,1} ГОСТ166-80. Пробки контрольні

Проведемо розрахунок режимів різання по переходах технологічного процесу аналітичним методом для операції 005 токарно-гвинторізної.

1. Проточити поверхню в розмір $\varnothing 44$ мм. начисто.

Визначимо глибину різання за формулою:

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{44 - 43}{2} = 0,5 \text{ мм.}$$

Ріжучий інструмент – прохідний різець з пластинами із твердого сплаву Т15К6. Січення державки різця 32×25 мм. Геометричні параметри різця: $r = 1,2$ мм., $\varphi = 45^\circ$, $\lambda = 0$, $\varphi_1 = 45^\circ$.

Назначаємо подачу $S = 0,12 \div 0,20 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$ – при чорновому розточуванні при вильоті різця $l = 100$ мм.

Приймаємо подачу $S = 0,2 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$.

Період стійкості різця $T = 60$ хв.

Швидкість різання при токарній обробці визначається за формулою:

$$V \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v;$$

Значення коефіцієнту C_v і показників степеней - $C_v = 420$; $x = 0,15$; $y = 0,2$; $m = 0,20$.

Загальний поправочний коефіцієнт швидкості різання визначаємо із залежності:

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{\phi_1 v} \cdot K_{\lambda v} \cdot K_{Ov} \cdot K_{uv};$$

де $K_{Mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{700} \right)^{-0,9} = 0,94$ - коефіцієнт, що залежить від

властивостей оброблюваного матеріалу ($K_r = 1; n_v = 0,9$;

$K_{nv} = 0,8$ - коефіцієнт, що залежить від стану оброблюваної поверхні;

$K_{uv} = 0,93$ - коефіцієнт, що залежить від матеріалу ріжучої частини інструменту;

$K_{\phi_1 v} = 1$ - коефіцієнт, що залежить від геометричних параметрів різця (при $\phi = 45^\circ$);

$K_{Ov} = 0,9$ - коефіцієнт, що враховує вид обробки поверхні;

$K_{\phi_1 v}$ та K_{rv} враховуються тільки при обробці різцями із твердого сплаву.

Швидкість різання:

$$V = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 0,94 \cdot 0,8 \cdot 0,93 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 178,24 \text{ м/хв}$$

Розрахункове число обертів шпинделя верстату:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 178,24}{3,14 \cdot 57} = 995,76 \text{ об/хв.}$$

Коректуємо число обертів шпинделя по паспорту верстату:

$$n = 960 \text{ об/хв.}$$

Дійсна швидкість різання:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 44 \cdot 960}{1000} = 171,82 \text{ м/хв.}$$

Силу різання прийнято розкласти на складові сили, які напрямлені по осях координат верстату (P_z, P_y і P_x).

При точінні:

$$P_{x,y,z} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнти і показники степенів для складових сил різання:

Поправочний коефіцієнт визначаємо по формулі:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp};$$

де $K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n$ - коефіцієнт, що враховує вплив властивостей оброблюваного матеріалу на силові залежності;

$$K_{Mp_z} = \left(\frac{700}{750}\right)^{0,4} = 0,87; \quad K_{Mp_y} = \left(\frac{700}{750}\right)^{1,0} = 0,93; \quad K_{Mp_x} = \left(\frac{700}{750}\right)^{0,8} = 0,95;$$

$$K_{\varphi p_{x,y,z}} = 1,0 \text{ - поправочний коефіцієнт при } \varphi = 45^\circ;$$

$$K_{\gamma p_{x,yz}} = 1,0 \text{ - поправочний коефіцієнт переднього кута};$$

$$K_{\lambda p_{x,y,z}} = 1,0 \text{ - поправочний коефіцієнт кута нахилу ріжучої кромки};$$

$$K_{rp} \text{ враховується тільки при обробці різцями із швидкоріжучої сталі.}$$

Тоді :

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,5^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 171,82^{-0,15} \cdot 0,87 = 2828 \text{ Н.};$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,5^{0,9} \cdot 0,2^{0,6} \cdot 171,82^{-0,3} \cdot 0,69 = 730 \text{ Н.};$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 0,5^{1,0} \cdot 0,2^{0,5} \cdot 171,82^{-0,4} \cdot 0,75 = 725 \text{ Н.}$$

Потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2828 \cdot 171,82}{1020 \cdot 60} = 7,94 \text{ кВт.}$$

Проведемо перевірку достатності потужності приводу головного руху верстату необхідній потужності різання:

$$N_{piz} < N_{un}$$

де $N_{un} = N_\theta \cdot \eta$, $N_{un} = 11$ кВт. – потужність електродвигуна приводу головного руху; $\eta = 0,85$ - коефіцієнт корисної дії механізму приводу верстату.

$$7,94 < (11 \cdot 0,85) = 9,35 \text{ кВт.}$$

З розрахунків видно, що потужність верстату достатня для обробки даної деталі.

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Основний технологічний час на обробку:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S};$$

де L - довжина різання:

$$L = l + y + \Delta = 18 + 3 + 0 = 21 \text{ мм.}$$

$l = 18$ мм. - довжина обробки по кресленню деталі;

$y = 3$ мм. – врізання різця;

$\Delta = 0$ мм. – перебіг відсутній.

$$T_o = \frac{21 \cdot 1}{960 \cdot 0,2} = 0,11 \text{ хв.}$$

Операція 025.

1. Розточити отвір до $\varnothing 24\text{K6}$ на довжину 8 мм.

Визначимо глибину різання за формулою:

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{24 - 21}{2} = 1,5 \text{ мм.}$$

Ріжучий інструмент – розточний різець з пластинами із твердого сплаву Т15К6. Січення державки різця 32×25 мм. Геометричні параметри різця: $r = 1,2$ мм., $\varphi = 45^\circ$, $\lambda = 0$, $\varphi_1 = 45^\circ$.

Назначаємо подачу $S = 0,25 \div 0,40 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$ – при чорновому розточуванні при вильоті різця $l = 100$ мм.

Приймаємо подачу $S = 0,06 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$.

Період стійкості різця $T = 60$ хв.

Швидкість різання:

$$V = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,06^{0,2}} \cdot 0,94 \cdot 0,8 \cdot 0,93 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 55,5 \text{ м/хв.}$$

Розрахункове число обертів шпинделя верстату:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 55,5}{3,14 \cdot 24} = 895,1 \text{ об/хв.}$$

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Коректуємо число обертів:

$$n = 80 \text{ об/хв.}$$

Дійсна швидкість різання:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 24 \cdot 880}{1000} = 52,2 \text{ м/хв.}$$

Сили різання :

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^{1,0} \cdot 0,35^{0,75} \cdot 52,2^{-0,15} \cdot 0,87 = 2614 \text{ Н}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 1,5^{0,9} \cdot 0,35^{0,6} \cdot 52,2^{-0,3} \cdot 0,69 = 598 \text{ Н}$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 1,5^{1,0} \cdot 0,35^{0,5} \cdot 52,2^{-0,4} \cdot 0,75 = 640 \text{ Н}$$

Потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2614 \cdot 52,2}{1020 \cdot 60} = 6,07 \text{ кВт}$$

Перевірка достатності потужності приводу головного руху верстату необхідній потужності різання:

$$N_{\text{різ}} < N_{\text{ун}}$$
$$6,07 < (11 \cdot 0,85) = 9,35 \text{ кВт.}$$

З розрахунків видно, що потужність верстату достатня для обробки даної деталі.

Основний технологічний час на обробку:

$$T_o = \frac{12 \cdot 1}{880 \cdot 0,06} = 1,86 \text{ хв.}$$

Для всіх інших операцій та переходів розрахунок режимів різання проводимо табличним методом і результати зводимо в таблицю 2.4.

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4 – Зведена таблиця режимів різання по операціях

Назва операції та перехід	t , мм.	L , мм.	i	T_m хв.	S_p мм/об	n , об/хв.	V , м/хв.	S_{M6} мм/хв.	T_o хв.	N , кВт.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
005. Вертикально-фрезерна										
1. Перехід.	1,0	60	1	60	0,15	1600	100	-	6,27	4,12
010. Токарна										
1. Перехід.	1,1	2,0	1	45	0,15	315	16	-	0,02	2,13
2. Перехід.	7,5	107	1	45	0,15	315	14,8	-	2,4	1,78
3. Перехід.	12,0	104	1	45	0,25	315	38,6	-	5,1	1,23
4. Перехід.	0,5	62	1	45	0,15	315	39,5	-	0,88	2,1
015. Токарна										
1. Перехід.	0,75	62	1	45	0,15	315	61,3	-	1,48	1,76
2. Перехід.	1,0	80	1	45	0,15	315	79	-	1,7	1,25
3. Перехід.	0,5	41	1	45	0,1	315	40,5	-	1,3	2,8
4. Перехід.	0,5	43	1	45	0,1	315	42,5	-	1,37	3,1
5. Перехід.	0,75	44,5	1	45	0,1	315	44	-	1,41	2,1
6. Перехід.	0,25	23	2	45	0,1	315	22,7	-	0,73	0,7
020. Комплексна з ЧПК										
1. Перехід.	0,15	43	1	35	0,122	1000	125,6	-	0,19	1,7
2. Перехід.	0,15	54	1	35	0,122	1000	124	-	0,22	2,1
3. Перехід.	0,15	39	1	35	0,122	1000	131	-	0,17	1,9

Продовження таблиці 2.4

Назва операції та перехід	t , мм.	L , мм.	i	$T_{мб}$ хв.	$S_{рп}$ мм/об	n , об/хв.	V , м/хв.	S_{M6} , мм/хв.	$T_{он}$ хв.	N , кВт.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
025. Токарна										
1. Перехід.	1,0	60,5	1	45	0,1	315	60	-	2,06	2,87
2. Перехід.	0,5	80	1	45	0,1	315	79	-	2,69	3,2
3. Перехід.	2,2	80	1	45	0,1	315	79	-	2,72	2,7
4. Перехід.	0,4	43,8	1	45	0,1	315	79	-	1,82	2,81
5. Перехід.	0,4	16,5	1	45	0,1	315	23,5	-	0,63	2,92
6. Перехід.	0,4	3	1	45	0,1	315	23,5	-	0,03	3,17
7. Перехід.	0,08	33	2	45	0,8	64	4,75	-	0,64	0,6
8. Перехід.	0,08	62	1	45	0,1	32	4,35	-	1,97	0,56
030. Токарна										
1. Перехід.	1,5	15,5	1	45	0,1	400	68,8	-	0,39	2,6
2. Перехід.	1,13	10,5	1	45	0,1	400	33	-	0,3	2,56
3. Перехід.	0,5	3	2	45	0,1	400	33	-	0,03	2,1
4. Перехід.	1,0	11	1	45	0,75	125	10,6	-	0,8	2,1
035. Вертикально-фрезерна										
1. Перехід.	11,0	26	3	60	-	1000	25	160	0,16	5,1
040. Вертикально-фрезерна										
1. Перехід.	3,0	28	2	60	-	1000	26	160	1,75	4,89
2. Перехід.	3,0	28	2	60	-	1000	26	160	1,75	4,97
3. Перехід.	3,0	28	2	60	-	1000	26	16	1,75	4,89
045. Вертикально-фрезерна										
1. Перехід.	2,6	10	1	60	-	1000	31,4	200	0,65	5,12

Продовження таблиці 2.4

Назва операції та перехід	t , мм.	L , мм.	i	T_{Mb} хв.	S_{p1} мм/об	n , об/хв.	V , м/хв.	S_{Mb} мм/хв.	T_{on} хв.	N , кВт.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
055. Комплексна з ЧПК										
1. Перехід.	1,3	22	1	45	-	1200	29,1	100	0,57	5,1
2. Перехід.	0,3	6	4	45	-	730	18,1	100	0,32	4,9
3. Перехід.	2,0	61	40	35	0,12	500	17,1	-	5,17	0,7
4. Перехід.	2,15	88	10	35	0,12	500	17,4	-	1,7	1,1
5. Перехід.	3,3	10	1	35	0,12	500	7,2	-	0,07	0,6
6. Перехід.	1,8	12	2	35	0,12	500	3,12	-	0,08	0,87
7. Перехід.	1,025	72	11	35	0,12	500	1,39	-	0,21	0,7
8. Перехід.	1,25	82	12	35	0,12	500	1,48	-	0,36	0,7
9. Перехід.	2,1	9	1	35	0,12	500	2,16	-	0,12	0,68
10. Перехід.	0,25	18	4	35	0,12	600	7,1	-	0,48	0,72
11. Перехід.	1,5	64	12	45	-	1000	21,5	160	2,13	4,8
12. Перехід.	1,5	40	2	45	-	1000	21,5	160	0,7	4,91
13. Перехід.	1,0	40	4	45	-	1000	21,8	160	0,92	4,8
14. Перехід.	0,1	24	1	45	0,02	630	32,16	-	0,21	2,1
15. Перехід.	0,02	24	1	60	0,01	630	33,4	-	0,16	0,6
060. Вертикально-свердлильна										
1. Перехід.	2,5	8	2	35	0,15	2000	30	-	1,49	1,1
2. Перехід.	1,25	5	5	35	0,1	1600	15	-	2,13	1,21
3. Перехід.	1,25	9,3	2	35	0,1	1600	15	-	0,76	1,3
4. Перехід.	1,25	7,3	3	35	0,1	1600	15	-	0,92	1,19
5. Перехід.	1,65	6,7	1	35	0,1	1600	19,8	-	0,42	1,19
6. Перехід.	1,65	7,7	6	35	0,1	1600	19,8	-	0,42	1,2
7. Перехід.	0,5	05	22	35	0,1	1600	19,8	-	0,67	0,3

Продовження таблиці 2.4

Назва операції та перехід	t , мм.	L , мм.	i	T_{mb} хв.	S_{ps} мм/об	n , об/хв.	V , м/хв.	S_{M6} мм/хв.	T_{os} хв.	N , кВт.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
065. Різенарізна										
1. Перехід.	0,5	8,5	5	60	0,5	500	4,7	-	2,1	0,65
2. Перехід.	0,5	7,5	2	60	0,5	500	4,7	-	0,6	0,68
3. Перехід.	0,5	5,5	6	60	0,5	500	4,7	-	1,2	0,65
070. Різенарізна										
1. Перехід.	0,5	6,1	6	60	0,5	500	6,3	-	2,6	0,72
2. Перехід.	0,5	9,2	2	60	0,5	500	6,3	-	1,2	0,72
075. Різенарізна.										
1. Перехід.	1,0	9,5	2	60	0,8	500	7,9	-	1,8	0,6
080. Різенарізна.										
1. Перехід.	0,7	13,2	8	60	0,5	500	6,3	-	2,9	0,7
2. Перехід.	0,7	8,0	12	60	0,5	500	6,3	-	4,1	0,7
085. Різенарізна.										
1. Перехід.	0,5	5,5	16	60	0,5	500	4,7	-	4,2	0,6
2. Перехід.	0,5	5,5	4	60	0,5	500	4,7	-	1,2	0,6
3. Перехід.	0,5	8,0	4	60	0,5	500	4,7	-	1,2	0,6
090. Різенарізна										
1. Перехід.	0,45	5,4	16	60	0,45	500	3,9	-	4,1	0,32
2. Перехід.	0,45	4,4	6	60	0,45	500	3,9	-	1,3	0,32

2.6 Нормування технологічного процесу

Технічні норми часу на операції технологічного процесу механічної обробки деталі встановлюються розрахунково-аналітичним способом.

Норми штучного часу на операцію:

$$T_{шт} = T_o + T_\delta + T_{обсл} + T_{відп},$$

де T_o - основний (технологічний) час;

T_δ - допоміжний час;

$T_{обсл}$ - час на обслуговування робочого місця;

$T_{відп}$ - час на відпочинок та природні потреби робітника.

Оперативний час складається:

$$T_{оп} = T_o + T_\delta;$$

Тоді штучний час буде складати:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{обсл} + T_{відп}.$$

Штучно – калькуляційний час в крупносерійному виробництві визначається по формулі:

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n},$$

де $T_{п.з.}$ - підготовчо-заключний час;

$n = \frac{N \cdot a}{F}$ - величина партії деталей;

$N = 300$ шт - річна програма випуску деталей;

$a = 5$ - необхідний запас деталей на складі;

$F = 257$ днів – число робочих днів в році (при двох днях відпочинку в тиждень):

$$n = \frac{300 \cdot 5}{257} = 6 \text{ деталей.}$$

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховуємо норму штучного часу на токарно-гвинторізну операцію 010.

Час на встановлення та зняття деталі:

$$T_{в.з.} = 0,21 \text{ хв.};$$

Час на вимірювання деталі:

$$T_{вим} = 0,2 \text{ хв.};$$

Час на управління верстатом [5, с.86]:

$$T_{уп} = 0,12 \text{ хв.};$$

Час на обслуговування робочого місця та відпочинок :

$$T_{обсл} = 4,15\%T_o$$

$$T_{відп} = 4,15\%T_o$$

Тоді допоміжний час:

$$T_{доп} = T_{в.з.} + T_{вим} + T_{уп} = 0,21 + 0,22 + 0,12 = 0,55 \text{ хв.}$$

Так, як основний (технологічний) час на цій операції складає $T_o = 0,6 + 0,55 + 0,75 + 0,45 = 2,32$ хв., то оперативний час буде:

$$T_{оп} = T_o + T_{доп} = 2,32 + 0,55 = 2,87 \text{ хв.}$$

$$T_{обсл} = 4,15\%(2,87) = 0,119 \text{ хв.};$$

$$T_{відп} = 4,15\%(2,87) = 0,119 \text{ хв.};$$

Звідси штучний час на операції:

$$T_{шт} = 2,87 + 0,119 + 0,119 = 3,18 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час $T_{н.з.} = 36$ хв.

Штучно калькуляційний час складе:

$$T_{шт.к} = 3,18 + \frac{36}{128} = 4,21 \text{ хв.}$$

Для решти переходів (операцій) технологічного процесу розрахунки проводимо по довідковій літературі і зводимо в таблицю 2.5.

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.8 – Норми штучного часу на операції техпроцесу

№	T_0 , хв.	Допоміжний, хв.			T_{on} , хв.	$T_{обс}$, хв.	$T_{від}$, хв.	$T_{ум}$, хв.	$T_{п.з.}$, хв.	n , шт.	$T_{ум.к}$, хв.
		$T_{в.з.}$	$T_{вим}$	$T_{ун}$							
010	6,27	0,41	0,2	0,41	7,29	0,118	0,118	8,14	1,0	6	9,14
025	8,4	0,41	0,2	0,41	9,58	0,01	0,01	1,57	0,15	6	11,15
030	7,99	0,41	0,2	0,41	9,19	0,01	0,01	1,23	0,19	6	10,42
035	0,58	0,41	0,2	0,41	1,68	0,01	0,01	1,5	0,17	6	3,18
050	12,56	0,41	0,2	0,41	14,76	0,01	0,01	0,95	0,17	6	15,71
055	1,52	0,41	0,2	0,41	2,22	0,01	0,01	0,2	0,12	6	2,42
060	0,16	0,12	0,2	0,21	0,76	0,01	0,01	0,37	0,23	6	0,99
065	3,93	0,41	0,2	0,41	5,03	0,01	0,01	1,23	0,19	6	6,26
070	0,65	0,41	0,2	0,41	1,75	0,01	0,01	1,5	0,17	6	3,25
080	11,46	0,41	0,2	0,41	13,06	0,01	0,01	0,95	0,17	6	14,01
090	6,81	0,41	0,2	0,41	7,61	0,01	0,01	0,37	0,23	6	7,98
095	3,9	0,41	0,2	0,41	5,02	0,01	0,01	1,23	0,19	6	6,25
100	3,8	0,41	0,2	0,41	4,92	0,01	0,01	1,5	0,17	6	6,04
105	1,8	0,41	0,2	0,41	3,0	00,1	0,01	0,49	0,37	6	3,49
110	7,0	0,41	0,2	0,41	8,12	00,1	0,01	0,49	0,37	6	8,61
115	6,64	0,41	0,2	0,41	8,24	00,1	0,01	0,49	0,37	6	8,73
120	5,4	0,41	0,2	0,41	6,7	00,1	0,01	0,49	0,37	6	7,19

РОЗДІЛ 3
КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Проектування технологічного оснащення

3.1.1 Вибір і обґрунтування принципу дії пристрою, структурної схеми

Розробка конструкції пристрою для токарного оброблення

Для токарної обробки корпусу для фільтрування було вибрано пристрій, представлений на рисунку 3.1.

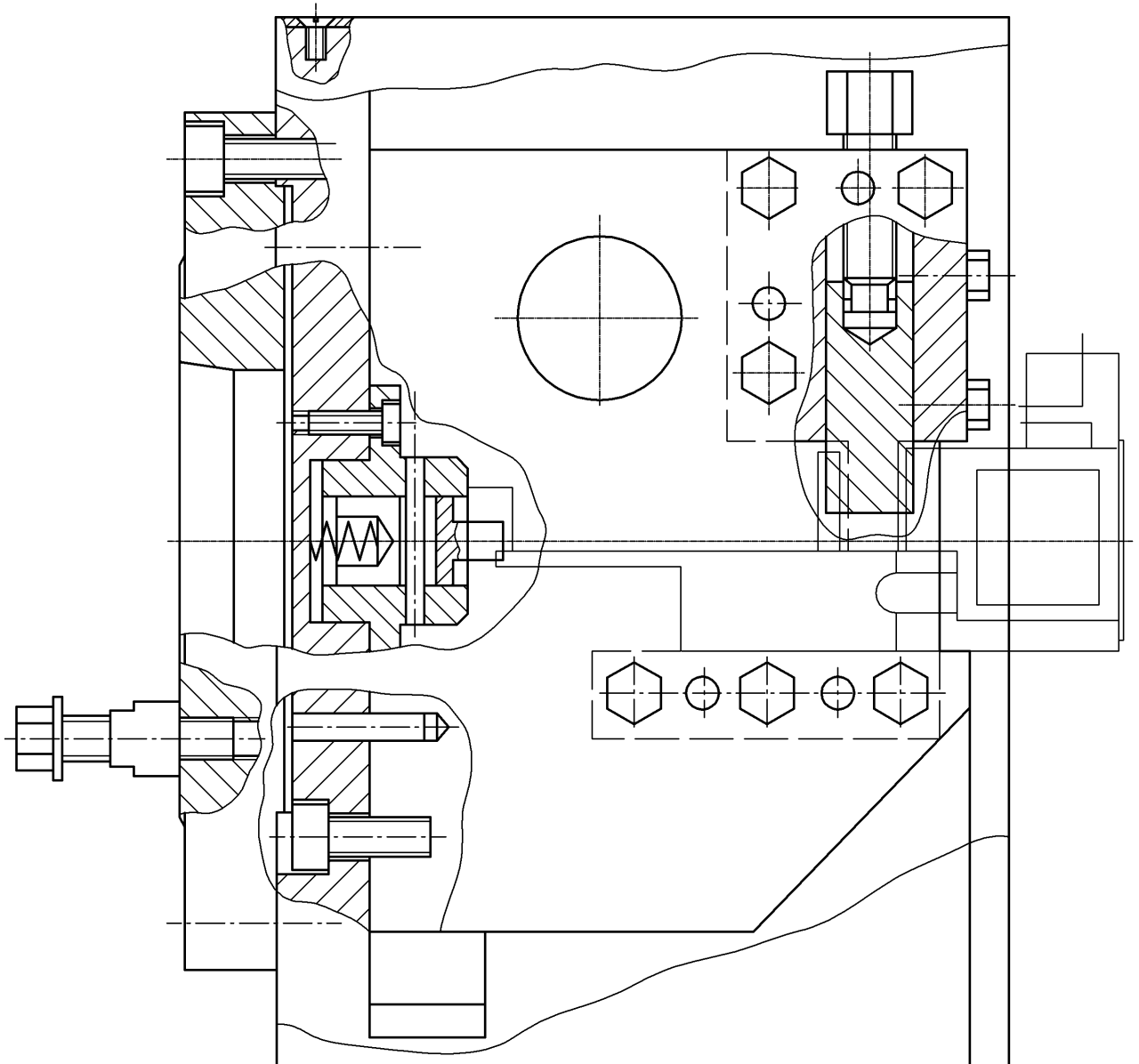


Рисунок 3.1 – Пристрій для токарного оброблення корпусу

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

012В-23.00.00.00.000 ПЗ

Арк.

Пристрій закріплюється на шпинделі токарно-гвинторізного верстату 1К62ПФ1, складається з круглого корпусу, в якому встановлено підпружинену опору, яка притискує корпус з сторони шпинделя і встановлюється в отвір деталі, базуючи її при цьому. Деталь затискається спеціальними призматичними прижимами, які встановлені в пази корпусу і закріплюють деталь для забезпечення її нерухомості відносно патрона.

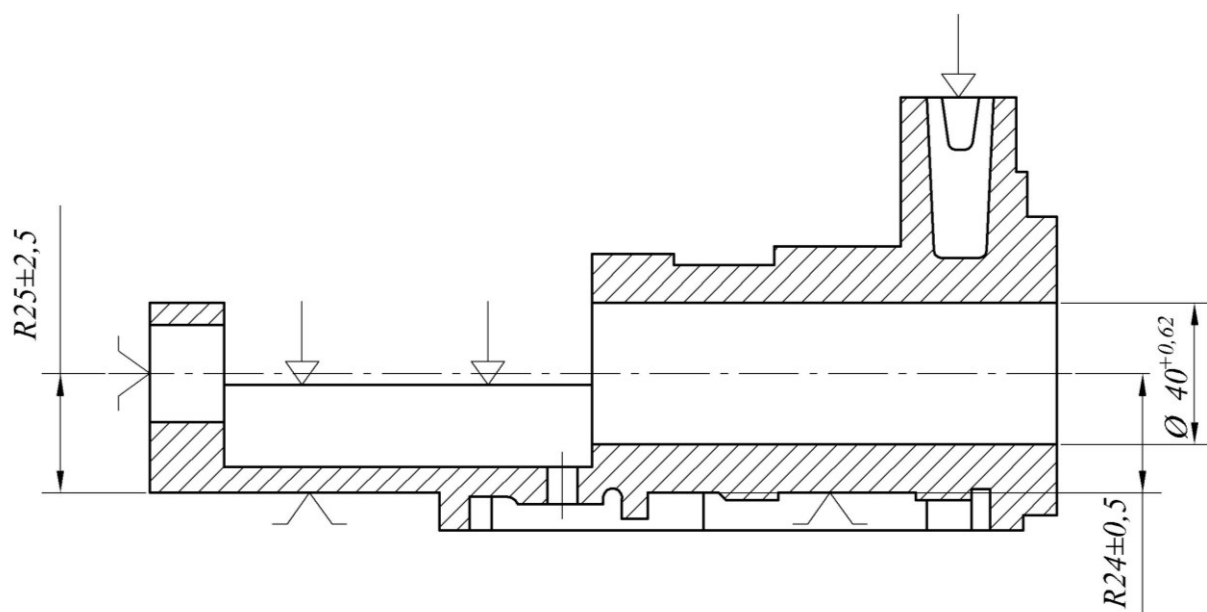


Рисунок 3.2 – Вибір оптимальної схеми токарного пристрою

Розробка конструкції установочного пристрою для комплексної обробки деталі

Для оброблення деталі на багатоцільових оброблюючих центрах та свердління отворів і нарізання різі розроблено нову конструкцію установочного пристрою, яку представлено на рисунку 3.3.

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

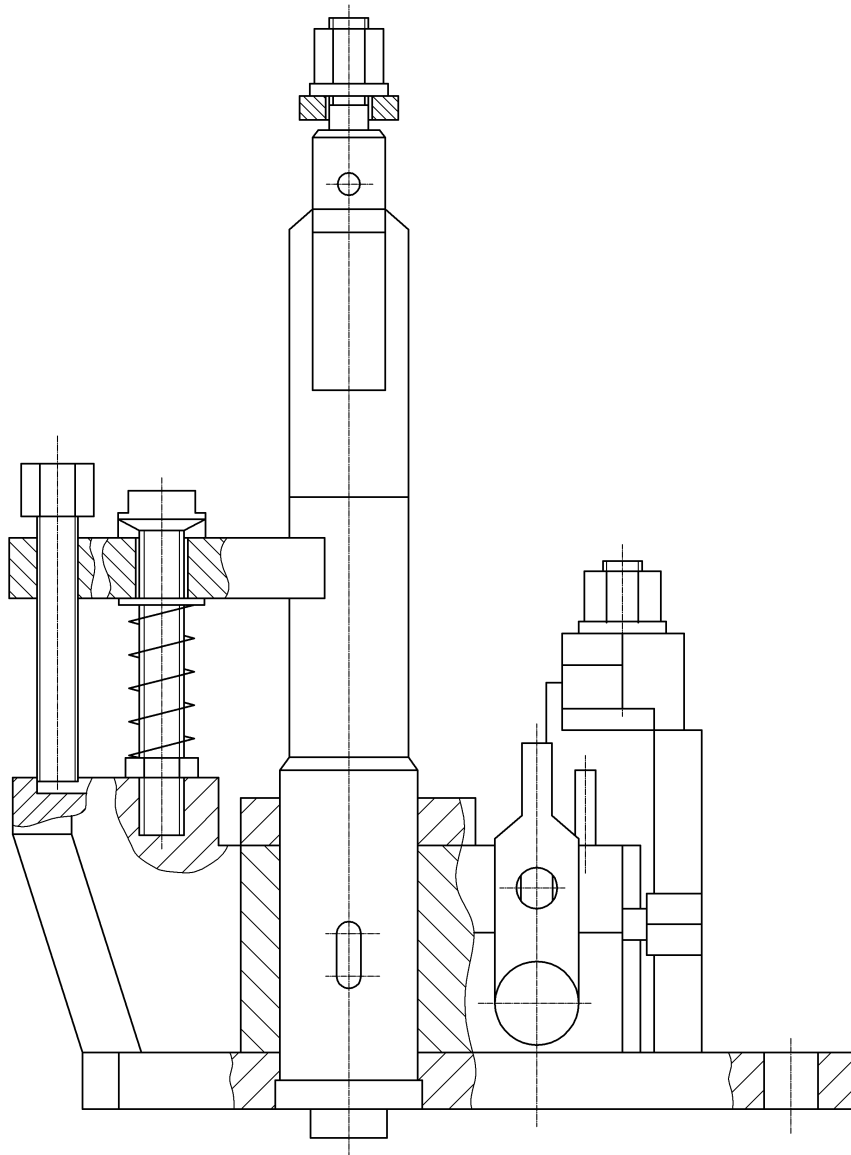


Рисунок 3.3 – Установочний пристрій для обробки корпусу

Пристрій складається з плити, яка кріпиться до стола верстату. На плиту встановлено базуючий палець, на який встановлюється заготовка, для визначення її положення на двох шпильках, одна з яких підпружинена, встановлено притискну планку. Заготовка базується по попередньо обробленій внутрішній циліндричній поверхні отвору діаметром 44 мм. Зверху деталь затискується за допомогою шайби і гайки.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

012В-23.00.00.00.000 ПЗ

Арк.

3.1.2 Силовий розрахунок параметрів приводу

При розрахунку зусилля затиску P_3 необхідно знати силу різання, що виникає при свердлінні отворів. Для цього визначаємо осьову силу при свердлінні отворів. Вона буде складати 2899 Н.

Так, як вісь притискання зсунута відносно вісі отвору, то складова осьової сили буде:

$$\frac{P_{oc}}{P'} = \frac{200,6}{191,6},$$

де 200,6 і 191,6 – відстані від осі отвору до місця прикладання зусилля.

Отже:

$$P' = \frac{191,6}{200,6} \cdot P_{oc} = \frac{191,6}{200,6} \cdot 2899 = 2768,9 \text{ Н.}$$

Визначимо силу розривання:

$$Q = \frac{200,6}{20} \cdot P' = \frac{200,6}{20} \cdot 2768,9 = 2777,2 \text{ Н.}$$

Визначимо діаметр різі, який необхідний для закріплення заготовки:

$$d = 1,4 \cdot K_3 \sqrt{\frac{Q}{[\sigma_T]}} = 1,4 \cdot 3,3 \cdot \sqrt{\frac{2777,2}{300}} = 14,1 \text{ мм.}$$

де K_3 - коефіцієнт запасу.

Приймаємо різь М16×1,5 – 7Н.

Визначаємо силу закріплення:

$$P_3 = \frac{2 \cdot k \cdot Q - f \cdot R \cdot D_{оп}}{f \cdot D_{оп}},$$

де $k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6$ - поправочний коефіцієнт, який враховує:

$k_0 = 1,5$ - коефіцієнт гарантованого запасу;

$k_1 = 1,2$ - коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання із-за випадкових нерівностей;

$k_2 = 1,8$ - коефіцієнт, що характеризує збільшення сили різання при зношуванні інструменту;

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$k_3 = 1,2$ - коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при перервному процесі різання;

$k_4 = 1,3$ - коефіцієнт, що враховує постійність сили закріплення;

$k_5 = 1,0$ - коефіцієнт, що враховує вплив різних ЗОР;

$k_6 = 1,0$ - коефіцієнт, що враховує встановлення на пластини;

$f = 2$;

$D_{оп}$ - діаметр заготовки.

$$P_3 = \frac{2 \cdot 5,05 \cdot 2777,2 - 2 \cdot 22 \cdot 80}{2 \cdot 80} = 3484,2$$

Отже, необхідне зусилля затиску забезпечується.

3.1.3 Розрахунок пристрою на точність

При даній схемі обробки і базування деталі в пристосуванні умова забезпечення точності обробки може бути:

$$\pm yL_{вир} \geq Fy'L_{конд} \pm 2 \left[K \frac{D_{ВН} - D_{СМ}}{2} \pm K \frac{d_{ВН} - d_{СВ}}{2} \pm m\varepsilon_{роб} \pm P(d_{ВН} - d_{СВ}) \frac{h+b}{l} \right]$$

;

де $yL_{вир}$ - граничне відхилення;

$y' = \pm 0,05$ мм - граничне відхилення розмірів пристосування нормальної точності;

$F = 0,8$ - коефіцієнт, що враховує границю відхилення координат центрів отворів в корпусі;

$K = 0,5$ - коефіцієнт, що враховує найбільшу границю зазорів в спряженнях і їх зміщення;

$m = 0,4$ - коефіцієнт, що враховує найбільшу ймовірну величину ексцентриситету цанги;

$P = 0,35$ - коефіцієнт, що враховує величину перекосу цанги.

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді:

$$yL_{\text{вир}} = 0,8 \cdot 0,05 \cdot 90 + 2 \left[0,5 \frac{16,043 - 15,07}{2} + 0,02 + 0,35(7,2 - 6,7) \frac{2 + 8}{15} \right] = 0,069$$

0,069 мм. є менше допуску на точіння поверхонь 0,087:

$$yL_{\text{вир}} = 0,140 \text{ мм} \geq 0,069 \text{ мм.}$$

Величина похибки, яку дає пристосування менша від величини допуску отвору – пристосування забезпечує відповідну точність.

3.2 Розрахунок на точність контрольного пристрою

Для контролю торцевого биття та паралельності поверхонь використовується пристрій, представлений на рисунку 3.4.

В пристрої встановлюється індикатор типу Ч-2 ГОСТ577-98, вісь пристрою разом з індикатором обертається відносно деталі і за показами стрілок визначається величина торцевого биття – 0,01 мм.

Для вимірювання величини паралельності площин відносно вісі деталі, пристрій та індикаторну стійку встановлюють на контрольний стіл і вимірюють різницю показів індикатора на діаметрах контрольного пристрою. Допуск паралельності - 0,5 мм.

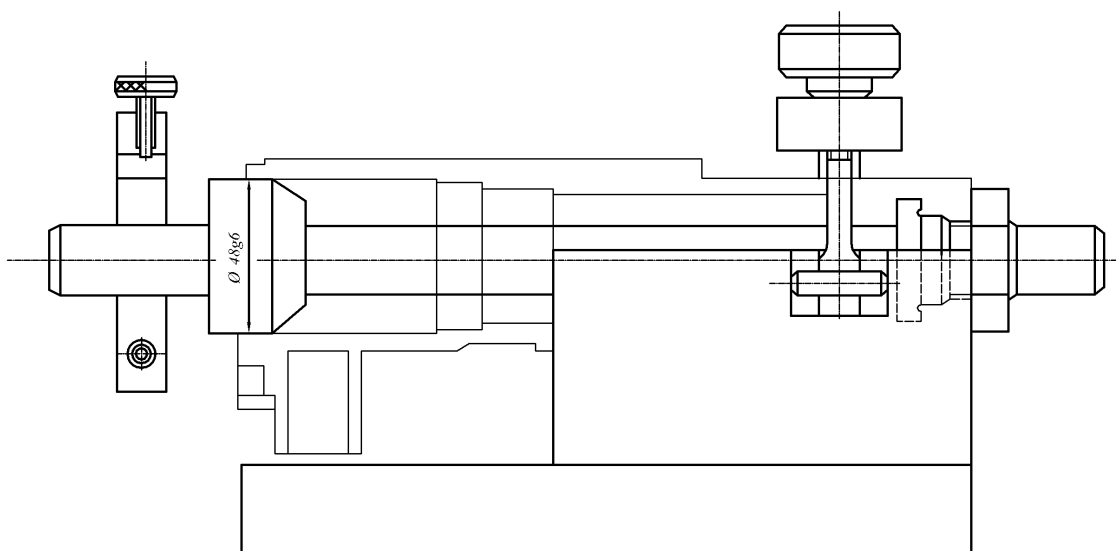


Рисунок 3.4 – Пристрій для контролю торцевого биття та паралельності поверхонь корпусу

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3 Розрахунок обладнання для пресування фільтруючих ППМ

Порівняно з відомими конструкціями вдосконалена модель установки, при однакових габаритах, здатна створювати тиск до 250МПа, а також дозволяє зменшити собівартість на 35% при забезпеченні виконання експлуатаційних властивостей обладнання.

На рисунку 3.5 представлений зовнішній вигляд пристрою для пресування пористих проникних матеріалів.

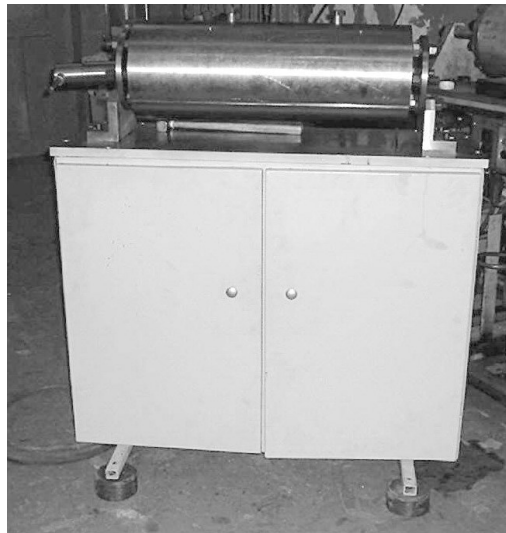
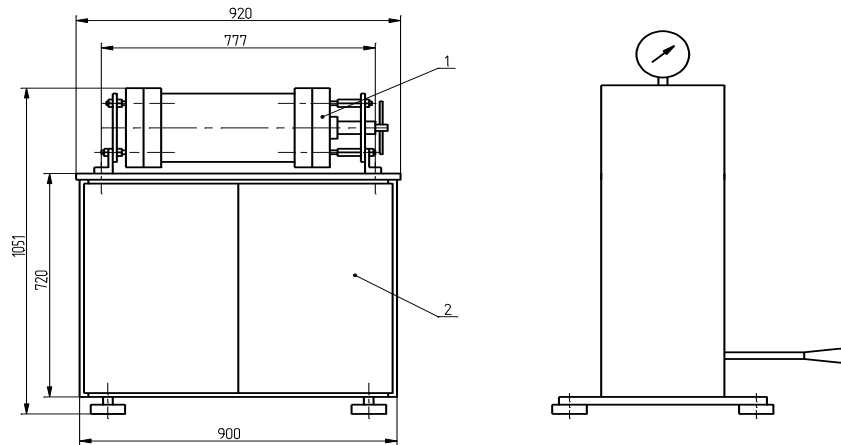


Рисунок 3.5 – Принципова схема (а) та загальний вигляд пресувального комплексу: 1 – пристрій для пресування ППМ, 2 – каркас

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

012В-23.00.00.00.000 ПЗ

Арк.

Розрахунок корпусу пристрою для пресування фільтруючих ППМ на міцність.

Для розрахунку корпусу на міцність вихідними даними служать:

- матеріал корпусу – сталь 40Х ГОСТ 4543-71;
- границя текучості - $\sigma_m=650$ МПа;
- корпус навантажений внутрішнім тиском $p \leq 150$ МПа, при цьому в ньому виникають радіальні напруження σ_r і тангенціальні напруження σ_τ ;
- радіальне напруження на внутрішній поверхні корпусу $\sigma_r = -p$;
- зовнішній діаметр корпусу – 180 мм;
- внутрішній діаметр корпусу – 94 мм.

Розрахунок радіальних і тангенціальних напружень, які виникають при пресуванні у корпусі.

Радіальне і тангенціальне напруження:

$$\sigma_r = \frac{p \cdot a^2}{b^2 - a^2} \left(1 - \frac{b^2}{r^2}\right),$$

$$\sigma_\tau = \frac{p \cdot a^2}{b^2 - a^2} \left(1 + \frac{b^2}{r^2}\right),$$

де a і b – радіуси внутрішньої і зовнішньої поверхні корпусу відповідно,

$$a = \frac{d_B}{2}, \quad b = \frac{D_{BH}}{2};$$

r – дійсний радіус корпусу, який лежить в межах $[a..b]$.

Тоді:

$$\sigma_{r, \text{ при } r=a} = -p = -150 \text{ МПа},$$

$$\sigma_{r, \text{ при } r=b} = 0 \text{ МПа},$$

$$\sigma_{\tau, \text{ ідè } r=a} = \frac{p \cdot a^2}{b^2 - a^2} \left(1 + \frac{b^2}{a^2}\right) = 150 \cdot \frac{90^2 + 47^2}{90^2 - 47^2} = 262,49 \text{ (МПа)},$$

$$\sigma_{\tau, \text{ ідè } r=b} = \frac{p \cdot a^2}{b^2 - a^2} \left(1 + \frac{b^2}{b^2}\right) = 150 \cdot \frac{2 \cdot 47^2}{90^2 - 47^2} = 112,5 \text{ (МПа)}$$

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

На рисунку 3.6 зображені епюри зміни радіального і тангенціального напруження по товщині циліндра.

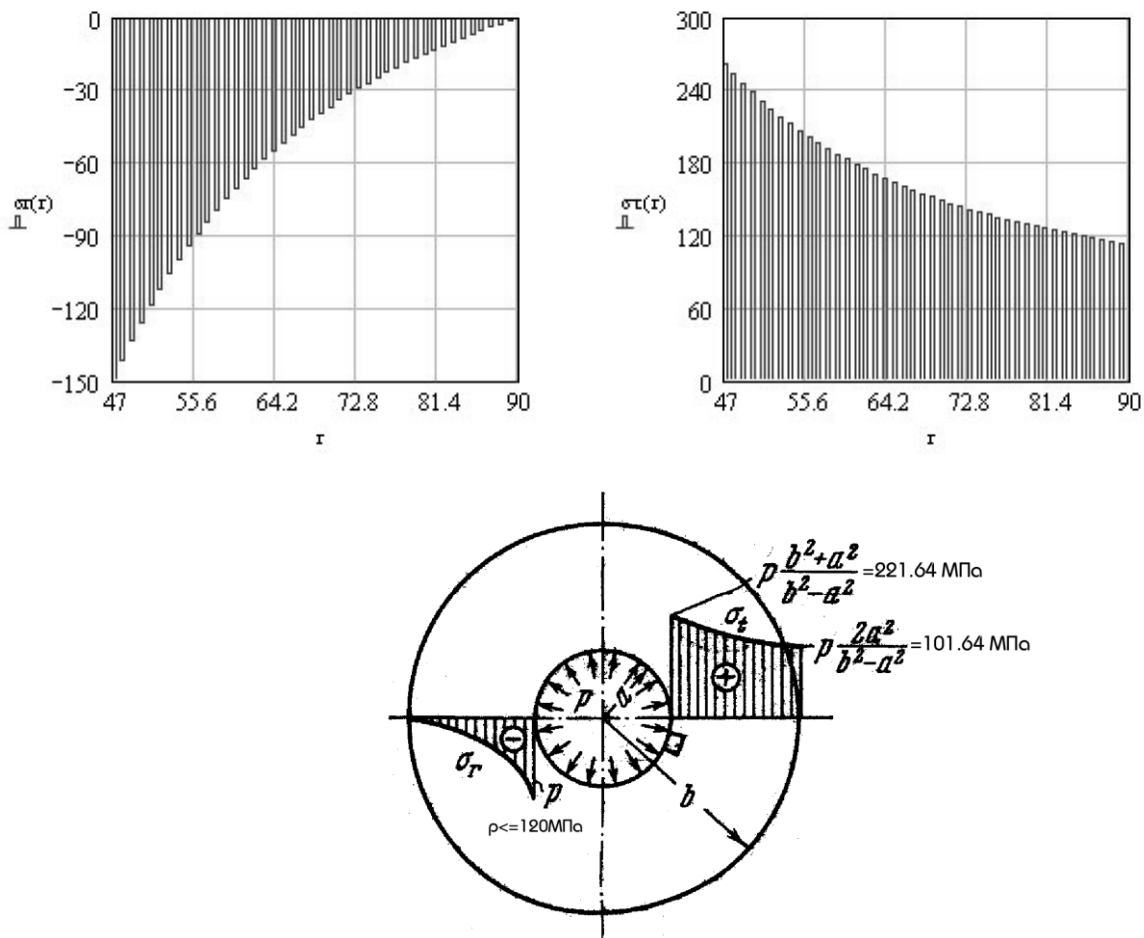


Рисунок 3.6 – Епюри напружень по товщині циліндра

Як видно з рисунку, найбільш небезпечною є внутрішня поверхня корпусу, так як у ній виникають максимальні σ_r і σ_t .

За теорією найбільших дотичних напружень:

$$\sigma_{\text{екв}} = \sigma_1 - \sigma_3 = \sigma_t - \sigma_r, \text{ так як } \sigma_1 = \sigma_t, \sigma_3 = \sigma_r,$$

де $\sigma_{\text{екв}}$ - розрахункове напруження, яке за критерієм найбільших дотичних напружень.

Тоді :

$$\sigma_{\text{екв}} = \sigma_t - \sigma_r = 262,5 + 150 = 412,5 \text{ МПа} \ll [\sigma_m]$$

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначимо $\sigma_{\text{екв}}$ за теорією Хубера-Мізеса $\sigma_r, \sigma_\tau, \sigma_z$:

$$\sigma_{\text{екв}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2},$$

де $\sigma_1 = \sigma_r, \sigma_2 = \sigma_\tau, \sigma_3 = \sigma_z$.

Так як корпус під час роботи не сприймає осьових навантажень, тоді $\sigma_z = 0$.

Звідси випливає, що:

$$\sigma_{\text{екв}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \sqrt{(150 - 262,5)^2 + (150 - 0)^2 + (0 - 262,5)^2} = 361,6 \text{ МПа} \ll [\sigma_m]$$

Коефіцієнт запасу міцності рівний:

$$k = \frac{[\sigma_m]}{\sigma_{\text{екв}}} = \frac{650}{361,6} = 1,79$$

У процентному відношенні різниця між результатами розрахунку $\sigma_{\text{екв}}$ за двома теоріями не перевищує 13%.

Розрахунок осьових зусиль у внутрішній частині корпусу.

Осьове зусилля, яке передається поліуретановою оболонкою на упори (вкладиш + наладка) рівне:

$$F_z = S_f \cdot p,$$

де S_f - площа січення корпусу;

p – внутрішній тиск.

$$S_{\text{II}} = \frac{\pi \cdot d_k^2}{4},$$

де d_k – внутрішній діаметр корпусу.

Тоді:

$$F_z = S_{\text{II}} \cdot p = \frac{\pi \cdot 94^2}{4} \cdot 150 = 1.041 \cdot 10^6 \text{ (Н)}$$

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок напружень і зусиль лівої та правої частини рами.

Рама під дією осьової сили розтягується і в ній виникають осьові напруження, які рівні:

$$\sigma_z = \frac{P}{S_K} = \frac{4F_z}{\pi \cdot (D_{нар.рама}^2 - D_{внутр.рама}^2)} = \frac{4 \cdot 1,041 \cdot 10^6}{\pi \cdot (220^2 - 180^2)} = 82,8 \text{ (МПа)},$$

де $D_{нар.рама}$ і $D_{внутр.рама}$ - зовнішній та внутрішній діаметри рами, які рівні 220 і 180 мм відповідно.

Тоді коефіцієнт запасу міцності зовнішньої циліндричної рами буде:

$$k = \frac{[\sigma_{т.рама}]}{\sigma_z} = \frac{650}{82,8} = 7,84$$

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4
ПРОЕКТУВАННЯ МЕХАНІЧНОЇ ДІЛЬНИЦІ

4.1 Уточнення типу виробництва

Вихідними даними для розрахунку плану дільниці та цеху є:

- об'єм випуску виробів: 300 штук
- роботи проводиться в дві зміни при п'ятиденному тижні:
- дійсний фонд часу при такому режимі роботи складає:
 - 1) для обладнання і робочих місць 4015 год;
 - 2) для працівників – 1860 год.

Від якості роботи дільниць залежить ефективність всієї виробничої діяльності заводу. Тому проектування цехів являється складовою частиною проектування заводів.

Проектування окремих дільниць досить часто є самостійною частиною проекту цілого заводу. Проектування механічного дільниці – це комплекс складних та трудомістких, взаємопов'язаних між собою процесів.

Основа для розрахунку є працемісткість і річна програма виготовлення. Необхідна кількість основного технологічного обладнання:

$$C_p = \frac{T_{шт} \cdot N}{60 \Phi_d},$$

де C_p – розрахункова кількість верстатів, необхідна для виконання річної програми на даній операції;

$T_{шт}$ – працемісткість виконання даної операції, хв;

Φ_d – дійсний річний фонд часу роботи обладнання (приймаємо 4055 год при двозмінному режимі роботи).

Для аналізу ступеня використання виробничого обладнання розраховуємо коефіцієнт його завантаження $\eta_{з.факт.}$:

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

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

де $C_{пр.}$ – прийнята кількість верстатів для виконання річної програми.

5.2 Визначення кількості працівників на дільниці

Враховуючи наявність вихідних даних і глибину відпрацювання технологічних рішень, проектування дільниці проводимо сучасними укрупненими методами.

Трудомісткість механічної обробки річного випуску деталі можна визначити за формулою:

$$T = T_{ум}N,$$

де T – трудомісткість механічного оброблення виробу;

$T_{ум}$ – норма штучного часу;

N – річна програма випуску.

$$T = \frac{199,79 \cdot 300}{60} = 6660, \text{ (верстато-годин)}$$

Розрахунок кількості основного технологічного обладнання:

$$m_B = \frac{T_{ум} \cdot N}{F_\delta \cdot k_3};$$

де $T_{ум}$ – норма штучного часу;

F_δ – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, при двозмінній роботі складає 4015 год.;

k_3 – середній коефіцієнт завантаження обладнання, для даного типу виробництва приймається рівним 0,8.

$$C_{заг} = \frac{199,79 \cdot 300}{4015 \cdot 0,8} = 19,62, \text{ (верстатів).}$$

Отриману загальну кількість верстатів розподіляємо по групах і типах, користуючись процентним відношенням.

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно коефіцієнта закріплення операцій корпусу на дільниці крупносерійне змінно-потоквої форми організації виробництва з довантаженням деяких верстатів подібними відповідними деталями. Обладнання на дільниці довантажується за рахунок виготовлення деталей подібної номенклатури.

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

Всі розрахунки по визначенню необхідної кількості обладнання оформлені у вигляді таблиці 4.1.

Таблиця 4.1- Розподіл верстатів по типах

№ п/п	Назви верстатів	Кількість верстатів
1	Токарні	5
2	Фрезерні	3
3	Оброблюючі центри	2
4	Свердлильні	5
5	Різенарізні	6
Всього		21

Кількість допоміжного обладнання приймається:

- для заточного відділення – 2 верстати;
- для майстерні по ремонту технологічного оснащення – 1 верстат.

На дільниці, яка проектується, при виконанні виробничого процесу задіяні наступні категорії працюючих:

- виробничі робітники;
- допоміжні робітники;
- інженерно-технічні працівники;
- молодший обслуговуючий персонал;
- лічильно-контторський персонал.

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок кількості виробничих робітників-верстатників механічного відділення:

$$m_{PB} = \frac{C_{np} \cdot F_D \cdot k_z}{F_{op} \cdot k_6};$$

де C_{np} - прийнята кількість обладнання;

F_D – дійсний річний фонд часу роботи обладнання при прийнятому режимі роботи в годинах, $F_D = 4015$ год.,

k_z – коефіцієнт завантаження обладнання,

F_{op} – дійсний річний фонд часу роботи робітників;

k_6 – коефіцієнт багатOVERстатного обслуговування, $k_6 = 1,2$.

$$m_{PB} = \frac{15 \cdot 4015 \cdot 0,8}{1118 \cdot 1,2} = 32; \text{ (чол.)}$$

Приймаємо $P_6 = 30$ чоловік.

Кількість робітників слюсарів визначається в процентах від кількості робітників-верстатників..

Таблиця 4.2 – Відомість складу працюючих дільниці

Категорія працюючих	Спосіб визначення	Процентне відношення	Кількість
Верстатники	За формулою	—	30
Допоміжні робітники	в % відношенні	35...50	14
МОП	в % відношенні	2...3	1
ІТП	в % відношенні	10...13	3
ЛКП	в % відношенні	4...5	2
Всього			50

Розрахункова кількість верстатів:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_D \cdot \eta_{zn}};$$

де: $N = 300$ шт. – програма випуску деталей;

$F_D = 3979$ год. – дійсний фонд часу роботи обладнання;

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$\eta_{zn} = 0,8$ - нормативний коефіцієнт завантаження обладнання для серійного виробництва.

Операція 010.

$$T_{um} = 9,14 \text{ хв.}$$

$$m_{p1} = \frac{300 \cdot 9,14}{3979 \cdot 0,8} = 0,86.$$

Приймаємо кількість верстатів рівною $m_n = 1$.

Операція 025.

$$T_{um} = 11,15 \text{ хв.}$$

$$m_{p2} = \frac{300 \cdot 11,15}{3979 \cdot 0,8} = 1,05.$$

Приймаємо кількість верстатів рівною $m_n = 2$.

Операція 030.

$$T_{um} = 10,42 \text{ хв.}$$

$$m_{p3} = \frac{300 \cdot 10,42}{3979 \cdot 0,8} = 0,98.$$

Приймаємо кількість верстатів рівною $m_n = 2$.

Операція 035.

$$T_{um} = 3,18 \text{ хв.}$$

$$m_{p5} = \frac{300 \cdot 3,18}{3979 \cdot 0,8} = 0,29.$$

Приймаємо кількість верстатів рівною $m_n = 1$.

Операція 050.

$$T_{um} = 15,71 \text{ хв.}$$

$$m_{p6} = \frac{300 \cdot 15,71}{3979 \cdot 0,8} = 1,48.$$

Приймаємо кількість верстатів рівною $m_n = 2$.

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Операція 055.

$$T_{um} = 2,42 \text{ хв.}$$

$$m_{p7} = \frac{300 \cdot 2,42}{3979 \cdot 0,8} = 0,23.$$

Приймаємо кількість верстатів рівною $m_n = 1$.

Операція 060.

$$T_{um} = 0,99 \text{ хв.}$$

$$m_{p8} = \frac{300 \cdot 0,99}{3979 \cdot 0,8} = 0,09.$$

Приймаємо кількість верстатів рівною $m_n = 1$.

Операція 065.

$$T_{um} = 6,26 \text{ хв.}$$

$$m_{p10} = \frac{300 \cdot 6,262}{3979 \cdot 0,8} = 0,59.$$

Приймаємо кількість верстатів рівною $m_n = 1$.

Операція 070.

$$T_{um} = 3,25 \text{ хв.}$$

$$m_{p11} = \frac{300 \cdot 3,25}{3979 \cdot 0,8} = 0,31.$$

Приймаємо кількість верстатів рівною $m_n = 1$.

Операція 080.

$$T_{um} = 14,01 \text{ хв.}$$

$$m_{p12} = \frac{300 \cdot 14,01}{3979 \cdot 0,8} = 1,32.$$

Приймаємо кількість верстатів рівною $m_n = 2$.

Операція 090.

$$T_{um} = 7,98 \text{ хв.}$$

$$m_{p13} = \frac{300 \cdot 7,98}{3979 \cdot 0,8} = 0,75.$$

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо кількість верстатів рівною $m_n = 1$.

Операція 095.

$$T_{um} = 6,25 \text{ хв.}$$

$$m_{p14} = \frac{300 \cdot 6,25}{3979 \cdot 0,8} = 0,59.$$

Приймаємо кількість верстатів рівною $m_n = 1$.

Операція 100.

$$T_{um} = 6,04 \text{ хв.}$$

$$m_{p15} = \frac{300 \cdot 6,04}{3979 \cdot 0,8} = 0,57.$$

Приймаємо кількість верстатів рівною $m_n = 1$.

Операція 105.

$$T_{um} = 3,49 \text{ хв.}$$

$$m_{p16} = \frac{300 \cdot 3,49}{3979 \cdot 0,8} = 0,33.$$

Приймаємо кількість верстатів рівною $m_n = 1$.

Операція 110.

$$T_{um} = 8,61 \text{ хв.}$$

$$m_{p17} = \frac{300 \cdot 8,61}{3979 \cdot 0,8} = 0,81.$$

Приймаємо кількість верстатів рівною $m_n = 1$.

Операція 115.

$$T_{um} = 8,73 \text{ хв.}$$

$$m_{p18} = \frac{300 \cdot 8,73}{3979 \cdot 0,8} = 0,82.$$

Приймаємо кількість верстатів рівною $m_n = 1$.

Операція 120.

$$T_{um} = 7,19 \text{ хв.}$$

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$m_{p_{19}} = \frac{300 \cdot 7,19}{3979 \cdot 0,8} = 0,68.$$

Приймаємо кількість верстатів рівною $m_n = 1$.

Визначимо коефіцієнти завантаження обладнання по операціях:

$$\eta_z = \frac{m_p}{m_n} \cdot 100\%;$$

$$\eta_{31} = \frac{0,86}{1} \cdot 100\% = 86\%; \quad \eta_{32} = \frac{1,05}{2} \cdot 100\% = 52,5\%;$$

$$\eta_{33} = \frac{0,98}{2} \cdot 100\% = 49\%; \quad \eta_{35} = \frac{0,29}{1} \cdot 100\% = 29\%;$$

$$\eta_{36} = \frac{1,48}{2} \cdot 100\% = 74\%; \quad \eta_{37} = \frac{0,23}{1} \cdot 100\% = 23\%;$$

$$\eta_{38} = \frac{0,09}{1} \cdot 100\% = 9\%; \quad \eta_{310} = \frac{0,59}{1} \cdot 100\% = 59\%;$$

$$\eta_{311} = \frac{0,31}{1} \cdot 100\% = 31\%; \quad \eta_{312} = \frac{1,32}{2} \cdot 100\% = 66\%;$$

$$\eta_{313} = \frac{0,75}{1} \cdot 100\% = 75\%; \quad \eta_{314} = \frac{0,59}{1} \cdot 100\% = 59\%;$$

$$\eta_{315} = \frac{0,57}{1} \cdot 100\% = 57\%; \quad \eta_{316} = \frac{0,33}{1} \cdot 100\% = 33\%;$$

$$\eta_{317} = \frac{0,81}{1} \cdot 100\% = 81\%; \quad \eta_{318} = \frac{0,82}{1} \cdot 100\% = 82\%;$$

$$\eta_{319} = \frac{0,68}{1} \cdot 100\% = 68\%.$$

Середній коефіцієнт завантаження обладнання:

$$\eta_{3c} = \frac{\sum \eta_{3i}}{i} = 54,91\%$$

Далі будемо графік завантаження обладнання та представляємо їх на рисунку 4.1.

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

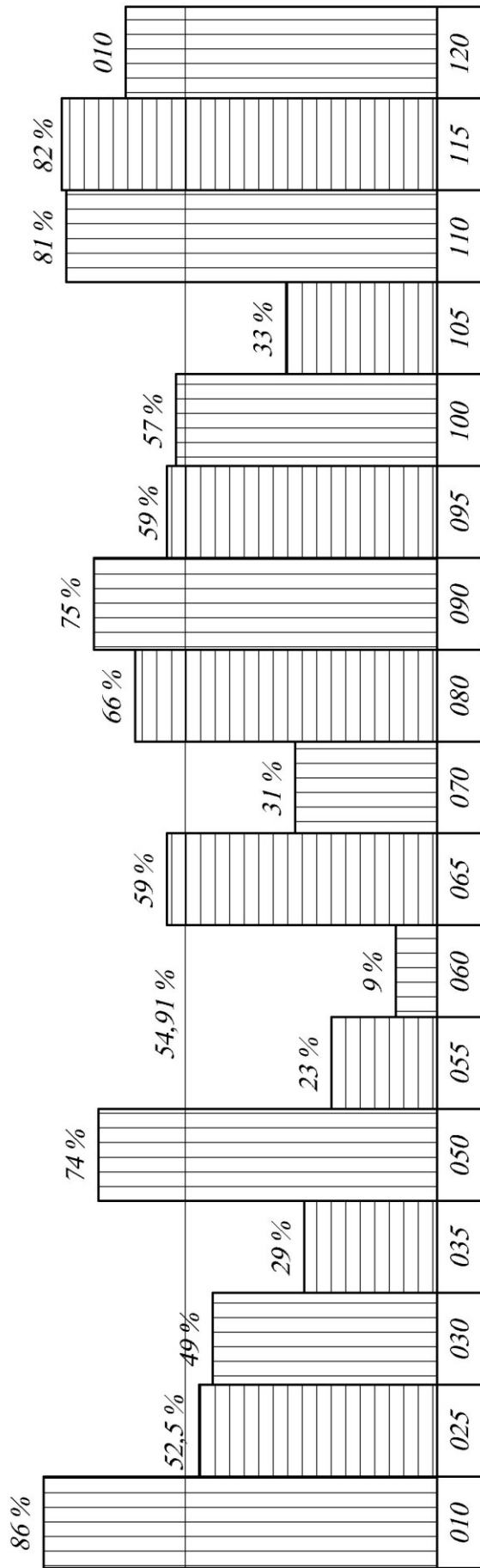


Рисунок 4.1 – Графік завантаження обладнання

4.3 Розрахунок виробничої площі дільниці

По призначенню площі дільниць машинобудівного виробництва поділяються на виробничі, допоміжні і службово-побутові.

Важливе значення при проектуванні дільниці є правильний вибір способу і належна організація збору і переробки стружки. Виходячи з маси стружки на дільниці і враховуючи те, що стружка на дільниці однорідна стружка збирається в бункери. Бункери обладнані подвійним дном для часткового очищення стружки від масел і емульсій.

Виробнича площа дільниці по визначається по питомій площі, яка приходить на одиницю обладнання і приймається для легких верстатів 12...14 м², для середніх– 18...21 м². Крім того, в склад виробничої площі дільниці включається площа для слюсарних верстаків (1,5 м²) і площа контрольного пункту 4 м².

Результати розрахунку площ оформляються у вигляді таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Відомість площ дільниці

№ п/п	Назва відділення	Площа, м ²
1	Механічне	1000
2	ІРК	80
3	Комора інструментального оснащення	50
4	Комора пристроїв	43
5	Контрольне відділення	35
6	Цехова ремонтна база	80
7	Склад заготовок	60
8	Склад масел	20
Всього		1430

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

4.4 Розробка технологічного планування дільниці

Дільниця механічної обробки корпусу розміщується в корпусі з повним каркасом, скомпонованому з уніфікованих типових секцій з розмірами в плані 72×72 м.

Кількість елементів колісного транспорту:

$$E = \frac{Q_{\text{чорн}} \cdot T}{2 \cdot Q_k \cdot k_I \cdot F_d \cdot 60};$$

де Q_k - річний вантажообіг дільниці, т;

k_I - коефіцієнт нерівномірності виконання рейсів;

T - загальний час пробігу одиниці транспортного засобу, хвилин;

Q_e - вантажопідйомність транспортного засобу.

$$E = \frac{2000 \cdot 0,25 \cdot 1,96}{2 \cdot 2,2 \cdot 0,8 \cdot 3810 \cdot 60} = 1,44;$$

Приймаємо два електрокари з непідйомною платформою і один електронавантажувач вантажопідйомністю 1 т.

Для переміщення деталей між позиціями обробки використовується підвісний ланцюговий підвісний конвеєр з вантажопідйомністю однієї каретки 250 кг і швидкістю транспортування 10 м/хв.

План розміщення обладнання на дільниці розробляється:

- забезпечення розміщення всього технологічного і підйомно-транспортного обладнання;
- визначення остаточних розмірів потрібних площ на основі розташування всього обладнання, робочих місць;
- одержання уточнених даних для видачі завдань на проектування документації.

Обладнання на дільниці розміщується послідовно по ходу ТП вздовж прольоту в один ряд вздовж проїзду. Координатні осі будівлі на плані співпадають з позначеннями, прийнятими на компоновочному плані.

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Відстань між верстатами – 900 мм, від проїзду до фронтальної сторони верстата – 1500 мм, від стін, колон до тильної сторони верстата – 700 мм.

Все технологічне обладнання позначено наскрізною порядковою нумерацією, яка ведеться послідовно зліва направо. До плану розміщення обладнання на ділянці додається поперечний розріз прольоту промислової будівлі.

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

На усіх машинобудівних підприємствах при обробці металу різанням маса металевої стружки складає до 10 % оброблюваної деталі. При цьому за зміну біля кожного верстату накопичується багато стружки, яку необхідно своєчасно прибирати для нормального функціонування виробництва. Ручне прибирання стружки є найбільш трудомістким і підвищеним джерелом травматизму, тому на проектованій ділянці для виводу і транспортування стружки по цеху використовують механічні малогабаритні транспортери. В спеціально відведеній ділянці цеху стружку очищають від ЗОР шляхом промивання і брикетують на спеціальному обладнанні.

Всю стружку з врахуванням об'ємної маси, застосування транспортних засобів поділяють:

- чавунна елементна стружка різного січення з великою густиною та доброю транспортабельністю;
- стальна елементна стружка, яка являє собою шматки знятого металу, майже не звивається, володіє доброю транспортабельністю;
- стальна елементна стружка, конкоподібна, сильно загартована, володіє доброю транспортабельністю;
- стальна спіральна стружка, яка має форму гнутого прута, або тугої пружини різної довжини.

За ГОСТ 2787-95 металічну стружку поділяють на групи: Стальна стружка повинна розфасовуватись по видах, групах та марках.

1. Вуглецева стружка не повинна містити домішок легованої, кольорової та чавунної.
2. Легована стружка не повинна містити домішок вуглецевої.
3. Групи легованої стружки не повинні містити матеріалів, які не відносяться за хімічним складом до даної групи.

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Стружка повинна відповідати вимогам ГОСТ 2787-95 по всім параметрам.

При проектуванні нових і реконструкції старих ділянок необхідно групувати верстати по марках оброблюваного матеріалу

В новій проектованій ділянці, яка відноситься до 3 групи, стружка відповідає ГОСТ 2787-95, так як оброблюються деталі з одного матеріалу. Для транспортування стружки використовується одногвинтовий конвеєр (рисунок 5.1).

Технічні характеристики:

Продуктивність N , т/год	4
Потужність P , кВт	5,5
Довжина L , м	6
Крок гвинта t , мм	100
Діаметр гвинта D , мм	200
Частота обертів гвинта n , об/хв	20
Ширина жолоба B , мм	450
Кут підйому маси α , °	15.

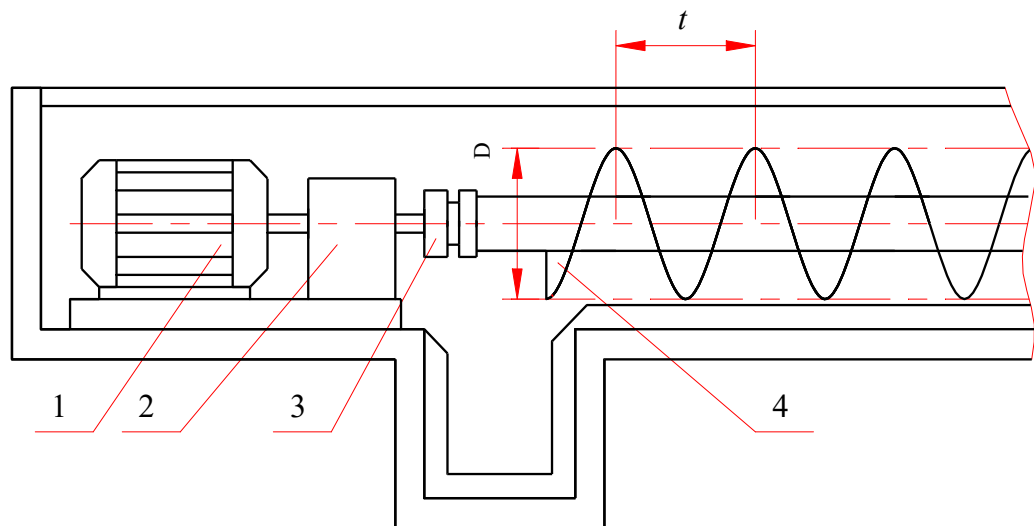


Рисунок 5.1 – Одногвинтовий конвеєр:

1 – двигун, 2 – редуктор, 3 – муфта, 4 – черв'як.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

012В-23.00.00.00.000 ПЗ

Арк.

5.1 Дія вібрації на організм людини і розробка заходів для зниження вібрації відповідного обладнання

Вібрація серед усіх видів механічних впливів для технічних об'єктів найбільш дуже небезпечна. Знакозмінні напруження, що викликані вібрацією сприяють накопиченню пошкоджень у матеріалах, появі тріщин та руйнуванню.

При дії вібрації на організм людини, вона викликає порушення функціонального та фізіологічного стану людини. Стійкі шкідливі фізіологічні зміни називають вібраційною хворобою. При вібраційній хворобі виникають патологічні зміни кісткових тканин та суглобів, спинного мозку, серцево-судинної системи, змінюється капілярний кровообіг.

Негативні відчуття від вібрації виникають при прискореннях, що складають 50% прискорення сили ваги. Особливо шкідливі вібрації з частотами, близькими до частоти власних коливань тіла людини.

Вібрації, що впливають на операторів різних машин, поділяються на категорії згідно ГОСТ 12.1.012-90.

Розрахуємо параметри віброізолятора для технологічної машини, яка здійснює 300 робочих циклів за хвилину, має масу 4000 кг. і встановлена на 4-х опорах. Коефіцієнт передачі $K_{II} = 1,0$.

1. Розрахунок гумових віброізоляторів.

Визначаємо частоту робочих циклів агрегата:

$$f = \frac{300}{60} = 5,0 \text{ Гц}$$

Знаходимо власну частоту коливань системи:

$$f_{0max} = \frac{5,0}{3} = 1,667 \text{ Гц}$$

$$f_{0min} = \frac{5,0}{4} = 1,25 \text{ Гц}$$

Приймаємо $f_0 = 1,5 \text{ Гц}$.

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Необхідну статична осадка системи:

$$x_{cm} = 2 \text{ см}$$

Визначаємо необхідну висоту гумових віброізоляторів:

$$h = \frac{2 \cdot 10^{-2} \cdot 1,5 \cdot 10^7}{4 \cdot 10^6} = 0,081 \text{ м}$$

Визначаємо площу одного віброізолятора:

$$S = \frac{4000 \cdot 9,8}{4 \cdot 10^6 \cdot 4} = 6,39 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

5.2 Номенклатура і необхідна кількість засобів гасіння пожежі на заводі

Система протипожежного захисту – це велика сукупність організаційних заходів, а також технічних засобів, які спрямовані на запобігання впливу на людей небезпечних факторів.

Важливим компонентом системи протипожежного захисту є система пожежегасіння. Вона включає в себе автоматичні датчики протипожежної сигналізації, які встановлюються в місцях виникнення пожежі – на дільницях зварювання, термічної обробки та інших приміщеннях з підвищеною температурою, а також в складських приміщеннях,

Для боротьби з пожежею передбачено 8 пожежних кранів, обладнаних пожежними рукавами і підключених до заводської системи подачі технічної води. Щити розміщуються в місцях входу – виходу із дільниці.

Для боротьби з вогнем, який виникає на електроустаткуванні, передбачено використання ручних вуглекислотних вогнегасників типу ОУ-2 та ОУ-5 в кількості 2-4 шт. на дільницю. Також передбачено розміщення в цеху двох пересувних вуглекислотних вогнегасників типу УП-2М.

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Прийняті наукові та інженерні рішення дозволили спроектувати дільницю механічної обробки корпусу і добитися суттєвого покращення окремих показників ТП.

Прийняті рішення забезпечили можливість концентрації обробки, організацію багатOVERстатного обслуговування, мобільність виробництва.

Завдяки застосування САПР ТП дозволило синтезувати оптимальний технологічний маршрут механічної обробки.

Розроблені конструкції спеціальних верстатних пристроїв та пристрою для пресування дали змогу підвищити якість виготовлення деталі.

Розглянуто ряд питань охорони праці для забезпечення безпечних умов роботи персоналу і суттєвого їх покращення, також розраховано запобіжний пристрій для відмінної роботи обладнання дільниці.

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Журавльов С.В. Машинобудівні сталі: Довідник / С.В. Журавльов. – Харків, 2006. – 423 с.
2. Штейнбер Б. И. Справочник молодого інженера – конструктора / Б. И. Штейнбер, Б.М. Брайнман. – К.: Техніка, 2013. – 182 с.
3. Горбачевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А.Ф. Горбачевич, В.А. Шкред. – К.: Техника, 2003. – 320 с.
4. Гельфгат Б.Ф. Сборник задач и упражнений по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для машиностр. спец. техникумов / Б.Ф. Гельфгат. – К.: В.ш., 2002. – 124 с.
5. Режимы резания металлов: справочник / [под ред. Ю.В. Барановского]. – К.: Либідь, 2002. – 408 с.
6. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок: Підручник / Л.І. Боженко. – Львів: Світ, 2006. – 368 с.
7. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ, выполняемых на металлорежущих станках. Среднесерийное производство. – К.: Либідь, 2008. – 531 с.
8. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. / [под. ред. А.Г. Косиловой и Р.К.Мещерякова]. – К.: Либідь, 2005. Т.1 – 656с., Т.2– 496 с.
9. Корсаков В.С. Основы конструирования металлорежущих приспособлений: Учебник для вузов / В.С. Корсаков. – Харьков.: Машиностроение, 2003. – 277 с.
10. Горошкин А.К. Припособления для металлорежущих станков: справочник. – 7-е изд., перераб. и доп. / А.К. Горошкин. – Харьков: Машиностроение, 2009. – 303 с.
11. Нефедов Т.М. Дипломное проектирование / Т. М. Нефедов. – К.: В. ш., 2006. – 288 с.
12. Гетун Г.В. Основи проектування промислових будівель: Навч. посіб. / Г.В. Гетун.– К.: Кондор, 2009. – 210 с.

					012В-23.00.00.00.000ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

13. Гальчук Т.Н. Механоскладальні дільниці та цехи в машинобудуванні. Методичні вказівки до виконання курсової роботи для студентів спеціальності 6.090202 – „Технологія машинобудування” денної та заочної форм навчання / Гальчук Т.Н. – Луцьк: ЛДТУ, 2006. – 46 с.

14. Кобевник В.Ф. Охрана труда / В.Ф. Кобевник – К.: В. ш., 2000. – 286 с.

					012В-23.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ПОДАННЯ
ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ
ЩОДО ЗАХИСТУ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

Направляється здобувач МИКОЛАЙЧУК Н.О. до захисту кваліфікаційної роботи

за спеціальністю

131 Прикладна механіка

Освітня програма

«Прикладна механіка»

на тему:

Проектування дільниці для виготовлення

(назва теми)

проникних матеріалів з відходів машинобудівного виробництва

Кваліфікаційна робота і рецензія додаються.

Декан факультету транспорту та механічної інженерії

(підпис)

Довідка про успішність

МИКОЛАЙЧУК Н.О. за період навчання в університеті, на факультеті

(прізвище та ініціали здобувача)

з 20__ року до 20__ року повністю виконав індивідуальний навчальний план за спеціальністю і освітньою програмою з таким розподілом оцінок за національною шкалою: відмінно 10%, добре 14%, задовільно 1%; шкалою ECTS: A 10%; B —%; C 14%; D 1%; E —%.

Секретар факультету

Висновок керівника кваліфікаційної роботи

Здобувач

визначену випускна робота виконав на високому професійному рівні з використанням сучасних технологій та досягнув змін. Прізвище

Керівник роботи

(підпис)

«27» червня 2023 року

Висновок кафедри про кваліфікаційну роботу

Кваліфікаційну роботу розглянуто. Здобувач

МИКОЛАЙЧУК Н.О.

(прізвище та ініціали)

допускається до захисту цієї роботи в екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри прикладної механіки та мехатроніки

(підпис)

к.т.н., доц. Р. РЕДЬКО

(прізвище та ініціали)

«27» 56 2023 року

Гарант освітньої програми

(підпис)

к.т.н., доц. Т. БОЖКО

(прізвище та ініціали)

«27» червня 2023 року

Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет

Факультет транспорту та механічної інженерії
Кафедра прикладної механіки та мехатроніки

ВІДГУК
КЕРІВНИКА НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Здобувач вищої освіти Миколовчук Назар Олександр
(прізвище, ім'я, по батькові)

група ІМС-21

Тема кваліфікаційної роботи Трестрування гірничих порід
виготовлення прашки матеріалів, виготовлення шп верста

Керівник р.т.н., професор Тобітенов О.Ю.

Актуальність теми для виготовлення прашки матеріалів
раціонально виготовлення матеріалів виробництва - ЦХ15

Об'єкт дослідження прашка матеріалів ЦХ15

Характеристика теоретичного рівня, наявності самостійних розробок і практичної значимості роботи використано спеціальний професійний
інструмент для виготовлення прашки матеріалів

Зауваження та недоліки не використано техніко-експертне
фунтування ранню проекту, хоч використано всі
необхідні розрахунки

Загальний висновок ВР виконана повністю і раціонально

Керівник Тобітенов О.Ю.
(прізвище, ім'я, по батькові)

«06» червня 2023 р.

Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет

Рецензія
на кваліфікаційну роботу

Здобувач вищої освіти: Миколайчук Назар Анатолійович

Тема: Проектвання різномірих заготовок при виготовленні профільних матеріалів з використанням комп'ютерного виробництва

Коротка характеристика кваліфікаційної роботи: розроблено та проєктовано різномірих заготовок при виготовленні профільних матеріалів

Самостійні розробки і пропозиції автора: зроблено розробки

модернізовані проєктування профілів

Практичне значення роботи: зроблено розробки зразки

з програми SolidWorks

Недоліки: не введено

Загальний висновок: випуску ВР виконавця на вищому професійному рівні та розробити зразки - графік

Рецензент: зав. кафедр. ГМ ЛНТУ, к.т.н., доц. Пучко В.С.
(прізвище, ім'я, по-батькові, посада)

Рецензія
на кваліфікаційну роботу

Здобувач вищої освіти: Андрійчук Назар Олегович

Тема: Проектування деталей для виготовлення прокичних матеріалів з використанням машинного виробництва

Коротка характеристика кваліфікаційної роботи: Спроектують деталь для виготовлення прокичних матеріалів з використанням машинного виробництва

Самостійні розробки і пропозиції автора: Розроблено механізм процес виготовлення деталей з використанням машинного виробництва розроблено деталь для виготовлення деталей.

Практичне значення роботи: Даний проект використовується на виробництві.

Недоліки: не вивчено

Загальний висновок: Дана робота виконана на високому рівні та заслуговує оцінки "відмінно"

Рецензент: Калюшнік О.Л. Ісп. механіка - каз. тех. служб
(прізвище, ім'я, по-батькові, посада)

Рецензент кваліфікаційної роботи О.К.

«__» _____ 202__ р.



Ім'я користувача:
Роман Полінкевич

ID перевірки:
1015594680

Дата перевірки:
14.06.2023 09:05:52 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library + DB

Дата звіту:
14.06.2023 09:07:34 EEST

ID користувача:
100004530

Назва документа: 2023_131_Миколайчук Н.О

Кількість сторінок: 67 Кількість слів: 8715 Кількість символів: 60297 Розмір файлу: 3.77 MB ID файлу: 1015243733

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

20.6%
Схожість

Найбільша схожість: 6.75% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: EF-100000011821)

12.5% Джерела з Інтернету

200

Сторінка 69

15.9% Джерела з Бібліотеки

437

Сторінка 72

0% Цитат

Не знайдено жодних цитат

Не знайдено жодних посилань

0%
Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

43

Підозріле форматування

12
сторінок

ВСТУП

Технологічність виробництва, технічний прогрес, якість продукції від розвитку виробництва нового обладнання, верстатів і апаратів, від впровадження методів техніко-економічного аналізу, що забезпечує розв’язок задач та економічну ефективність технологічних та конструкторських новітніх розробок.

Значення цих питань при підготовці висококваліфікованих спеціалістів виробництва, що повністю оволоділи інженерними методами проектування та моделювання виробничих процесів, явне.

У процесі виконання випускної роботи здобувач вищої освіти виконує комплексну задачу з аналізу конструкції деталі, її технологічності, проектування технологічного процесу її виготовлення, конструювання оснащення, проектування дільниці механічного цеху. Ще розглядаються питання охорони праці та екології виробництва.

Також особлива увага приділяється самостійній творчості здобувача з метою розвитку його ініціативи у розв’язанні технічних, технологічних і організаційних задач.

Тому необхідно вивчити прогресивні напрямки розвитку технологічних методів і технічних засобів, встановлення якісних та кількісних показників дати свої пропозиції щодо оптимального технологічного процесу виготовлення відповідної деталі.

						012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі ШХ15

Режим термообробки			σ_T ,	σ_B ,	δ ,	ψ ,	HRCэ
Операція	$t^{\circ}C$	Охолодне середовище	кгс/мм ²	кгс/мм ²	%	%	
Покращення	600-880	Повітря	64	70	15	25	80-262
Нормалізація	600-630	Повітря					
Гартування	860-880	Повітря	75	80	10	30	HRC 25-35
Покращення	600-880	Повітря					

σ_T – границя текучості, кгс/мм²;

σ_B – границя міцності при розтягуванні, кгс/мм²;

δ - відносне видовження зразка, %;

ψ - відносне звуження поперечного січення зразка, %.

Деталь має точні поверхні – отвори $\varnothing 44H7$ і $\varnothing 24K6$, виконані відповідно по 7 та 6 квалітетах точності з шорсткістю $Ra=1,25$ мкм. Також по 6 квалітету точності обробляється отвір з різьбою $M27 \times 0,75-6H$, шорсткість $Rz=20$ мкм.

Ряд поверхонь площин і бобишок, в більшості випадків паралельних осі отвору $\varnothing 44H7$ і отвору $\varnothing 24K6$.

Для надійного функціонування приводу передбачено вимогу забезпечення не співвісності отворів $\varnothing 44H7$ та $\varnothing 24K6$ не більше 0,002 м.

Для забезпечення міжцентрової відстані і нормального зачеплення необхідно, щоб розмір від вісі до стикуючої площини, яка проходить через отвір $\varnothing 44H7$ був виконаний з досить високою точністю і відхиленням не більше 0,03-0,04 мм.

Для забезпечення стабільності розміщення поверхонь деталі потрібно провести термооброблення деталі.

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

З метою захисту поверхонь від шкідливого атмосферного впливу передбачена гальванічна обробка деталі та лакофарбове покриття зовнішніх поверхонь.

Таблиця 1.3 – Аналіз технічних умов

Позначення поверхні	Технічна вимога	Метод виконання	Метод контролю
1	2	3	4
А	Забезпечити шорсткість Rz20 і точність виконання розмірів по 6 квалітету точності.	Точіння чистове	Мікрометр. Взірці шорсткості ГОСТ9378-75.
Б	Забезпечити шорсткість Rz20 і точність виконання розмірів по 7 квалітету точності.	Точіння чистове	Мікрометр. Взірці шорсткості ГОСТ9378-75.
В	Забезпечити шорсткість Rz40 і точність виконання розмірів по 14 квалітету точності.	Точіння напівчистове	Штангенциркуль. Взірці шорсткості ГОСТ9378-75.
Г	Забезпечити шорсткість Rz40 і точність виконання розмірів по 14 квалітету точності.	Точіння напівчистове	Штангенциркуль. Взірці шорсткості ГОСТ9378-75.
Д	Забезпечити шорсткість Rz40 і точність виконання розмірів по 14 квалітету точності.	Точіння напівчистове	Штангенциркуль. Нутромір. Взірці шорсткості ГОСТ9378-75.
Е	Забезпечити шорсткість Rz40 і точність виконання розмірів по 14 квалітету точності.	Фрезерування напівчистове	Штангенциркуль. Штангенрейсмус. Взірці шорсткості ГОСТ9378-75.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
-----	------	----------	--------	------	-------------------------	------

Продовження таблиці 1.3			
1	2	3	4
Є	Забезпечити шорсткість Rz40 і точність виконання розмірів по 14 квалітету точності.	Фрезерування напівчистове	Штангенцикуль. Штангенрейсмус. Взірці шорсткості ГОСТ9378-75.
Ж	Забезпечити шорсткість Rz40 і точність виконання розмірів по 14 квалітету точності.	Фрезерування напівчистове	Штангенцикуль. Штангенрейсмус. Взірці шорсткості ГОСТ9378-75.
З	Забезпечити шорсткість Rz40 і точність виконання розмірів по 14 квалітету точності.	Фрезерування напівчистове	Штангенцикуль. Штангенрейсмус. Взірці шорсткості ГОСТ9378-75.
К	Забезпечити шорсткість Rz40 і точність виконання розмірів по 14 квалітету точності.	Точіння напівчистове	Штангенцикуль. Взірці шорсткості ГОСТ9378-75.
Л	Забезпечити шорсткість Rz40 і точність виконання розмірів по 14 квалітету точності.	Точіння напівчистове	Штангенцикуль. Взірці шорсткості ГОСТ9378-75.
М	Забезпечити шорсткість Rz40 і точність виконання розмірів по 8 квалітету точності.	Свердління чистове	Калібр на розміщення отворів
Н	Забезпечити шорсткість Rz40 і точність виконання розмірів по 8 квалітету точності.	Свердління чистове	Калібр на розміщення отворів
О	Забезпечити шорсткість Rz40 і точність виконання розмірів по 8 квалітету точності.	Свердління чистове	Калібр на розміщення отворів

				012В-23.00.00.00.000 ПЗ		Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4
П	Забезпечити шорсткість Rz20 і точність виконання розмірів по 7 квалітету точності.	Нарізання різі ЧИСТОВЕ	Калібр на розміщення отворів. Калібр-пробки різьбові
Р	Забезпечити шорсткість Rz20 і точність виконання розмірів по 7 квалітету точності.	Нарізання різі ЧИСТОВЕ	Калібр на розміщення отворів. Калібр-пробки різьбові
С	Забезпечити шорсткість Rz20 і точність виконання розмірів по 7 квалітету точності.	Нарізання різі ЧИСТОВЕ	Калібр на розміщення отворів. Калібр-пробки різьбові
Т	Забезпечити шорсткість Rz20 і точність виконання розмірів по 7 квалітету точності.	Нарізання різі ЧИСТОВЕ	Калібр на розміщення отворів. Калібр-пробки різьбові
У	Забезпечити шорсткість Rz20 і точність виконання розмірів по 6 квалітету точності.	Нарізання різі ЧИСТОВЕ	Калібр на розміщення отворів. Калібр-пробки різьбові

1.2 Вибір методу одержання заготовки

Найбільш широке розповсюдження фільтруючі пористі проникні матеріали (ППМ) отримали для очистки рідин та газів від різноманітних домішок. Проведені теоретичні та експериментальні дослідження також довели, що ППМ з анізотропною пористою структурою мають кращі експлуатаційні характеристики.

Проведені експериментальні дослідження по оптимізації експлуатаційних характеристик фільтруючих ППМ дозволили розробити новий технологічний процес отримання фільтруючих ППМ.

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Новий технологічний процес отримання ППМ з порошку відходів машинобудівного виробництва включає наступні основні операції:

- підготовку вихідних порошків сталі ШХ15 та декстрину (вибір потрібного гранулометричного складу порошку та декстрину $C_{12}H_{20}O_{10}$, контроль їх технологічних властивостей);
- дозування кожного шару (наприклад, 75-98% керамічного порошку, 2-15% декстрину по об'єму);
- приготування шихти у змішувачу типу “п’яна бочка” об’ємом 2 DM^3 . Змішування проводилось у режимі перекочування при швидкості обертання $n=80-120$ об/хв. При змішуванні використовувались сталеві кулі діаметром 12 мм у кількості 8 шт. Корпус, кулі та основні деталі змішувача виготовлено із сталі X18H9T. Час змішування 2 год;
- дозування (засипка) шару в форму, яке здійснювалось на вібростенді з метою забезпечення рівномірної насипної густини по довжині (об’єму) виробу;



Рисунок 1.2 – Схема виготовлення шару ППМ: 1 – оправка; 2 – керамічний шар; 3 – прошарок; 4 – оболонка

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- пресування засипки при тиску 150 МПа на установці сухого радіально-ізостатичного пресування;
- сушіння заготовки протягом 6 год на повітрі;
- спікання сформованої заготовки у вертикальній вакуумній печі ;
- контроль геометричних розмірів та експлуатаційних характеристик готових фільтруючих ППМ.

1.3 Вибір методу обробки поверхонь

Технологічні методи обробки поверхонь вибирають за умови забезпечення "уточнення" заготовки деталі.

Для його визначення користуються розрахунковим уточненням ϵ_p :

$$\epsilon_p = \frac{T_d}{T_z}$$

де T_z і T_d – допуски деталі і заготовки (мм).

Уточнення ϵ_n , яке одержить повітря заготовок, пройшовши всі методи обробки:

$$\epsilon_n = \epsilon_1 + \epsilon_2 + \dots + \epsilon_n$$

Показником того, є нерівність:

$$\epsilon_p \leq \epsilon_n$$

Якщо на поверхні потрібно досягнути точність не нижче 6-го квалітету, то кількість методів оброблення m визначається:

$$m = \frac{\lg \epsilon_p}{0,40}$$

Уточнення ϵ_i будь-якого метода оброблення наближено визначаємо за формулою:

$$\epsilon_i = \frac{T_i}{T_{i-1}}$$

де T_{i-1} , T_i – відповідно допуски, що забезпечуються попереднім і даним методом оброблення.

				012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

Визначаємо необхідну кількість переходів для оброблення отвору $\varnothing 40H14^{(+0,016)}$ шорсткість поверхні $R_a = 0,63\text{мм}$, сталь ШХ15.

Допуск заготовки – $T_z = 0,39$ мм, деталі – $T_d = 0,016$ мм.

Розрахункове уточнення:

$$\epsilon_p = \frac{0,39}{0,016} = 24,375$$

Необхідна кількість обробок:

$$m = 3,015$$

Таблиця 1.4 – Методи обробки поверхні деталі

Назва поверхні	Квалітет	Допуск, мм		Уточнення		Кількість обробок
		Позначення	Величина	Формула	Значення	
Поверхня $\varnothing 40H14$	6	T_d	16	$\epsilon_p = \frac{T_z}{T_d} = \frac{390}{16}$	24,375	4
Заготовка	13					
Розточування - чорнове	11	T_p^1	160	$\epsilon_1 = \frac{T_z}{T_p^1} = \frac{390}{160}$	2,4375	
- чистове	10	T_p^2	62	$\epsilon_2 = \frac{T_p^1}{T_p^2} = \frac{390}{62}$	2,587	

Перевірка:

$$m \cdot \epsilon_1 = 2,4375 \times 2,587 \times 2,48 \times 1,5265 = 24,378$$

Оскільки $m \cdot \epsilon_1 \geq \epsilon_p$, кількість методів обробок поверхні деталі призначена вірно.

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4 Визначення типу та організаційної форми виробництва

Тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операцій згідно ГОСТ14.004-83.

$$K_{zo} = \frac{\sum O}{\sum P};$$

де $\sum O$ - число різноманітних операцій;

$\sum P$ - число робочих місць на даній дільниці цеху.

Визначаємо кількість верстатів для кожної операції:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{зн}},$$

де N - річна програма, 300 шт в рік;

$T_{шт}$ - штучний час, хв.;

F_d - дійсний річний фонд часу роботи обладнання, $F_d = 3979$ год при двохзмінній роботі;

$\eta_{зн}$ - нормативний коефіцієнт завантаження обладнання (при двохзмінній роботі $\eta_{зн} = 0,75 - 0,8$).

Фактичний коефіцієнт завантаження обладнання:

$$K_{зф} = \frac{C_p}{C_{пр}},$$

де C_p - коефіцієнт завантаження обладнання;

$C_{пр}$ - прийнятий коефіцієнт завантаження обладнання.

Кількість операцій, що виконуються на даних робочих місцях:

$$O = \frac{\eta_{зн}}{K_{зф}}.$$

За поданими залежностями визначаємо конкретні значення для базового технологічного процесу виготовлення корпусу і зводимо результати розрахунків у таблицю 1.5.

									012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

Таблиця 1.5 – Розрахунок робочих місць та кількості операції ТП корпусу

№ операції	Назва операції	$T_{\text{шт}}$	m_p	C	$\eta_{\text{зф}}$	O
005	Вертикально-фрезерна	1,39	0,0115	1	0,0115	69,6
010	Токарно-гвинторізна	15,27	0,0237	1	0,0237	33,70
015	Токарно-гвинторізна	34,69	0,054	1	0,054	14,81
020	Вертикально-фрезерна	2,12	0,05	1	0,05	16,0
025	Вертикально-фрезерна	21,71	0,034	1	0,034	23,67
030	Вертикально-фрезерна	27,43	0,043	1	0,043	18,77
035	Токарно-гвинторізна	17,1	0,027	1	0,027	30,75
040	Токарно-гвинторізна	20,81	0,032	1	0,032	24,69
045	Вертикально-фрезерна	4,88	0,0076	1	0,0076	105,4
050	Вертикально-фрезерна	4,58	0,023	1	0,023	35,24
055	Вертикально-фрезерна	2,72	0,019	1	0,019	40,40
060	Вертикально-фрезерна	27,12	0,042	1	0,042	18,94
065	Вертикально-фрезерна	17,9	0,028	1	0,028	28,78
070	Вертикально-свердлильна	1,7	0,081	1	0,081	9,94
075	Зенкувальна	12,07	0,019	1	0,019	42,55
080	Вертикально-фрезерна	32,7	0,051	1	0,051	15,72
085	Вертикально-фрезерна	25,76	0,04	1	0,04	19,95
090	Вертикально-фрезерна	1,67	0,049	1	31,67	16,25
095	Вертикально-свердлильна	19,53	0,031	1	19,53	26,32
100	Вертикально-свердлильна	12,91	0,02	1	12,91	39,8
105	Свердлильно-зенкувальна	12,56	0,0197	1	12,56	40,61
110	Різнарізна	13,17	0,021	1	13,17	39,01
115	Різнарізна	11,24	0,018	1	11,24	45,71
120	Різнарізна	7,0	0,011	1	7,0	73,39
125	Різнарізна	11,31	0,018	1	11,31	45,45
130	Різнарізна	16,25	0,025	1	16,25	31,62
135	Різнарізна	13,9	0,022	1	13,9	36,87
140	Різнарізна	6,8	0,011	1	6,8	75,47

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ		Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			

Загальна кількість робочих місць:

$$\sum C = 28.$$

Загальна кількість операцій:

$$\sum O = 1055,39$$

Коефіцієнт закріплення операцій:

$$K_{zo} = \frac{1055,39}{28} = 37,69;$$

При такому коефіцієнті закріплення операцій тип виробництва – дрібносерійний.

Використовується в основному універсальне обладнання, верстати з ЧПК, які дозволяють проводити швидке переналагодження на випуск широкої номенклатури деталей.

Пристрої для оброблення деталей на верстатах використовуються універсальні для забезпечення необхідних технічних вимог на виготовлення корпусу.

Різальний інструмент в основному стандартний, який забезпечує досягнення економічності виготовлення.

Контрольний інструмент – універсальний, який дозволяє використання його для вимірювань інших деталей, які виготовляються на даному підприємстві.

								012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Аналіз технологічності конструкції деталі

Корпус являє собою по конфігурації корпусну деталь для фільтрування технічної води. Вона отримується методом пресування, конфігурація зовнішнього контура та внутрішніх поверхонь не викликає значних труднощів при обробленні.

З точки зору доступу до поверхонь механічної обробки деталь недоліків не має. Недоліком деталі щодо технологічності є наявність поверхонь, розміщених під кутом один до одної, багато різбових отворів. Легкий доступ інструменту, наявність базових поверхні, як при токарній обробці і фрезеруванні, отворів, хороше стружковидалення (стружка не забивається в деталі).

Рівень технологічності конструкції по точності обробки характеризується коефіцієнтом точності:

$$K_{Т.ч.} = 1 - \frac{1}{T_{сер}} = 1 - \frac{\sum n_i}{\sum Tn_i},$$

де $T_{сер} = \frac{\sum Tn_i}{\sum n_i} = \frac{n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots + 17n_{17}}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_{17}}$ - середній клас точності

обробки виробу;

n_i - число розмірів відповідного класу точності;

T - клас точності обробки.

Класи точності поверхонь:

6 квалітет, $n = 1$; $T = 6$;

7 квалітет, $n = 4$; $T = 7$;

10 квалітет, $n = 1$; $T = 10$;

14 квалітет, $n = 12$; $T = 14$;

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
-----	------	----------	--------	------	-------------------------	------

$$T_{\text{сер}} = \frac{12 \cdot 14 + 1 \cdot 10 + 4 \cdot 7 + 1 \cdot 6}{12 + 1 + 4 + 1} = 11,78$$

$$K_{\text{Т.ч.}} = 1 - \frac{1}{11,78} = 0,924$$

При $K_{\text{Т.ч.}} > 0,8$ - деталь вище середньої точності, всі поверхні можна отримати типовою обробкою з використанням спеціально розробленого оснащення.

Рівень технологічності конструкції по шорсткості оцінюється по коефіцієнту шорсткості:

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{\text{Ш}_{\text{сер}}} = \frac{\sum n_i \text{ш}_i}{\sum \text{ш}_i},$$

де $\text{Ш}_{\text{сер}}$ - середній клас шорсткості деталі;

n_i - кількість розмірів з шорсткістю даного класу.

Rz20 $n = 6$ - 4 клас шорсткості;

Ra40 $n = 22$ - 3 клас шорсткості;

$$\text{Ш}_{\text{сер}} = \frac{22 \cdot 3 + 6 \cdot 4}{22 + 6} = \frac{90}{28} = 3,21;$$

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{3,21} = 0,31;$$

При $K_{\text{ш}} > 0,16$ - деталь не важкообробна. Середній клас шорсткості Rz20.

Коефіцієнт використання матеріалу.

$$K_{\text{вм}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_{\text{з}}};$$

де $M_{\text{д}} = 2,37$ кг. – маса деталі по кресленню;

$M_{\text{з}} = 4,45$ кг. – маса заготовки.

$K_{\text{вм}} = \frac{2,37}{4,45} = 0,53$ - коефіцієнт використання матеріалу для

дрібносерійного типу виробництва.

								012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

2.2 Вибір технологічних баз

Від правильного вибору технологічних баз значною мірою залежать наступні фактори:

- точність виконання розмірів;
- правильність розташування поверхонь;
- ступінь складності пристроїв різних інструментів;
- загальна продуктивність оброблення заготовки.

Вихідними даними для вибору баз є – робоче креслення деталі, технічні умови на виготовлення, вид заготовки та стан її поверхонь, бажаний ступінь механізації та автоматизації процесу механічного оброблення.

Від правильності вибору технологічних баз залежить конструкція пристроїв точності і продуктивності механічної обробки.

При достатньо високих вимогах до точності обробки необхідно вибрати точну схему базування.

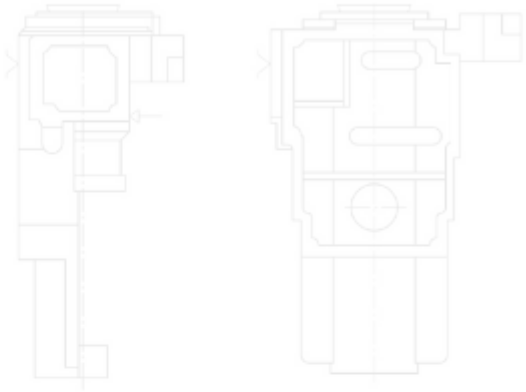
Для забезпечення точності виготовлення деталі необхідно дотримуватись принципу суміщення баз.

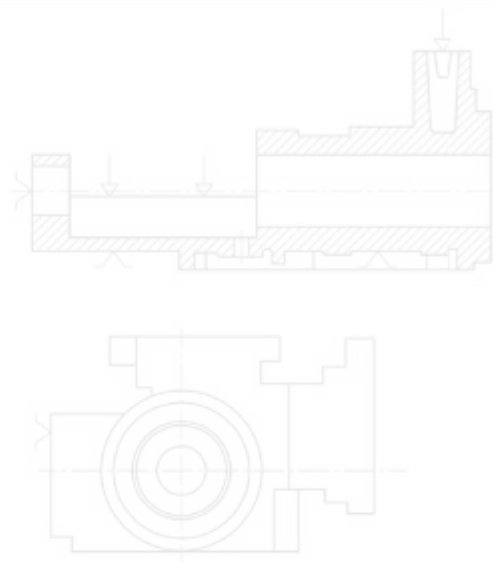
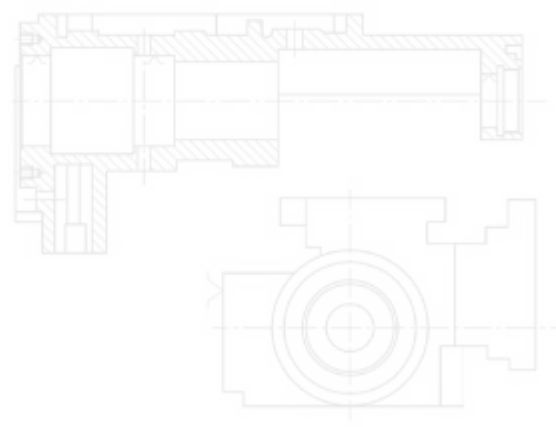
При зміні баз в процесі обробки, точність оброблення знижується із-за похибок взаємного розміщення нових і раніше застосовуваних баз.

Отже в результаті аналізу вибору технологічних баз ми бачимо, що технічні вимоги радіального биття, співвісності та точності розміщення отворів витримується, так як витримується принцип постійності баз (обробка поверхонь проводиться з чистих постійних, а не чорнових баз).


Результати вибору баз зводимо в таблицю 2.1.

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 - Вибір баз				
Позначення оброблювано ї поверхні	Технологічні баз	Теоретична схема базування		
1	2	3		
А,Б,В, Г, Е, Є, Ж, У	Т			
		012В-23.00.00.00.000 ПЗ		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
				Арк.

Продовження таблиці 2.1				
1	2	3		
Л, М, Н, О, Ш,	Є, Ж			
З	Т, Л			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
				012В-23.00.00.00.000 ПЗ
				Арк.

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
К П, Р, С, Х, Щ, Ч, Ю, Я	Р, Ф Є, Ж	

2.3 Визначення допусків і розрахунок припусків

Розрахунок припусків на обробку проводимо аналітичним методом для однієї точної поверхні $\varnothing 24_{-0,18}$.

Технологічний маршрут обробки поверхні $\varnothing 24_{-0,18}$ складається з трьох переходів:

- точіння – по 12 квалітету Ra25 (Rz40);
- напівчистове точіння – по 10 квалітету (Ra3,2);
- чистове точіння – по 6 квалітету Ra0,8.

Для заготовки – прокат Rz125; T=150 мкм.

Для точіння Rz63; T=30 мкм.

Для чистового точіння Ra3,2; T=12 мкм.

Для чистового шліфування Ra0,8; T=2 мкм.

Сумарне значення просторових відхилень для прокату складає:

$$\rho = l \frac{\rho_K}{\rho_K^2 + 0,25}$$

де ρ_K - відхилення осі деталі від прямолінійності заготовки на l мм. довжини заготовки;

$$\rho = 59 \frac{1}{1^2 + 0,25} = 48 \text{ мкм}, \quad \rho_{\text{зм}} = 350 \text{ мкм}.$$

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
-----	------	----------	--------	------	-------------------------	------

$$\rho = \sqrt{48^2 + 350^2} = \sqrt{8910 + 122500} = 364,2 \text{ мкм.} - \text{для заготовки.}$$

$$\rho_1 = 0,05 \cdot \rho = 0,05 \cdot 364,2 = 19 \text{ мкм.} - \text{для точіння.}$$

$$\rho_2 = 0,04 \cdot \rho = 0,04 \cdot 364,2 = 15 \text{ мкм.} - \text{для напівчистового точіння.}$$

$$\rho_3 = 0,03 \cdot \rho = 10,9 \text{ мкм.} - \text{чистового точіння.}$$

Похибка установки визначається за формулою:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}$$

Похибка базування при обробці деталі:

$$\varepsilon_{h_1} = s_{min} + \delta_B + \delta_A,$$

де $s_{min} = 0,015 \text{ мм} = 15 \text{ мкм.}$

допуск на поверхню, $\delta_A = 0,18 = 180 \text{ мкм.};$

допуск на кулачки $\delta_B = 0,014 = 14 \text{ мкм.}$

Похибка базування складе: $\varepsilon_6 = 180 + 12 + 14 = 206 \text{ мкм.}$

Похибка закріплення $\varepsilon_3 = 500 \text{ мкм.}$

$$\varepsilon_y = \sqrt{206^2 + 500^2} = 524 \text{ мкм.} - \text{для заготовки.}$$

$$\varepsilon_1 = 0,05 \cdot \varepsilon_y = 0,05 \cdot 500 = 25 \text{ мкм.} - \text{для точіння.}$$

$$\varepsilon_2 = 0,05 \cdot \varepsilon_y = 0,04 \cdot 500 = 20 \text{ мкм.} - \text{для напівчистового точіння.}$$

$$\varepsilon_3 = 0,03 \cdot \varepsilon_y = 0,03 \cdot 500 = 15 \text{ мкм.} - \text{для чистового точіння.}$$

Мінімальне значення величини припуску для точіння розраховується за формулою :

$$2Z_{i min} = 2(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}).$$

Для точіння:

$$2Z_{1 min} = 2(120 + 63 + \sqrt{361^2 + 524^2}) = 2 \cdot 1036 \text{ мкм.}$$

Для напівчистового точіння:

$$2Z_{2 min} = 2(100 + 100 + \sqrt{19^2 + 25^2}) = 2 \cdot 236 \text{ мкм.}$$

						012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			

Для чистового точіння:

$$Z_{3\min} = 2(50 + 50 + \sqrt{15^2 + 20^2}) = 2 \cdot 131 \text{ мкм.}$$

Розрахунковий розмір:

$$d_{p_i} = d_i + 2Z_{i\min_i};$$

$$d_{p_2} = 24 - 2 \cdot 0,1036 = 22,147, \text{ мм.}$$

$$d_{p_1} = 22,147 - 2 \cdot 0,236 = 21,625 \text{ мм.}$$

$$d_{p_{\text{зар}}} = 21,625 - 2 \cdot 0,131 = 18,887 \text{ мм.}$$

Найменші граничні відхилення (d_{\min}) визначаються додаванням допуску і діаметра :

$$d_{\min_i} = d_{\max} + \delta;$$

$$d_{\min_3} = 22 - 0,18 = 21,82 \text{ мм.}$$

$$d_{\min_2} = 21,147 - 0,350 = 20,397 \text{ мм.}$$

$$d_{\min_1} = 21,625 - 0,640 = 20,985 \text{ мм.}$$

$$d_{\min_{\text{зар}}} = 18,887 - 1,300 = 17,587 \text{ мм.}$$

Значення (граничні максимальні і мінімальні) припусків:

$$2Z_{\max_3} = 22,397 - 19,94 = 457 \text{ мкм.}$$

$$2Z_{\max_2} = 21,985 - 20,147 = 1118 \text{ мкм.}$$

$$2Z_{\max_1} = 20,985 - 17,587 = 2562 \text{ мкм.}$$

Проведемо перевірку правильності розрахунків:

$$Z_{\max_3} - Z_{\min_3} = 2562 - 2036 = 524 \text{ мкм.}; \delta_2 - \delta_3 = 987 - 253 = 524 \text{ мкм}$$

										012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата							

Таблиця 2.2 – Розрахунок припусків на обробку отвору Ø24К6

Технологічні переходи обробки поверхні	Елементи припуску				Z_{min}	d_p	δ	d_{min}	d_{max}	$2Z_{min}$	$2Z_{max}$
	Ra	T	p	e							
Заготовка	125	150	364	524	-	17,587	1300	17,587	18,887	-	-
Точіння	63	30	19	25	2-1036	20,397	640	20,397	21,625	1036	2562
Напівчистове точіння	3,2	12	15	20	2-236	20,985	35	20,985	22,147	236	1118
Чистове точіння	0,8	2	10,9	15	2-131	24,0	18	22,82	24,0	131	457

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.

Графічно схему розміщення припусків на обробку поверхні можна зобразити як показано на рисунку 2.1.

Для решти поверхонь припуски на обробку визначаємо табличним методом.

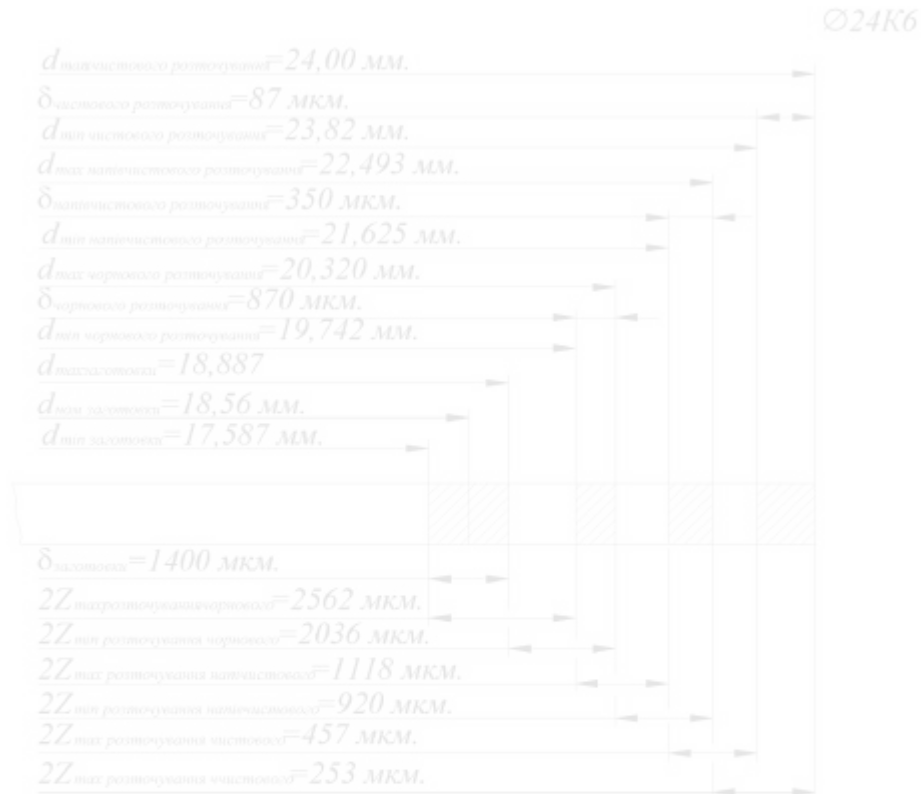


Рисунок 2.1 – Схема розміщення припусків на обробку отвору Ø24K6

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4 Розмірний аналіз технологічного процесу

Розмірний аналіз технологічного процесу має на меті правильне та обґрунтоване визначення проміжних та остаточних значень розмірів. Особливо цього вимагають проміжні розміри, що зв'язують протилежні поверхні.

Розрахунок лінійного ланцюга проводимо для операції 015 – фрезерування двох торців отворів. Для цього нам необхідно визначити розмір між двома дисковими фрезами для наладки верстату.

Замикаючою ланкою лінійного ланцюга є ланка S .

Складаємо схему розмірного ланцюга (представлена на рисунку 2.2).

В даному ланцюгу збільшуючою ланкою є A_3 , зменшуючими ланками – A_1, A_2 .

Основне рівняння розмірного ланцюга:

$$S = A_3 - (A_1 + A_2 + A_2 + A_1);$$

Номінальний розмір замикаючої ланки:

$$S = 58 - (6,5 + 45) = 58 - 51,5 = 6,5 \text{ мм.}$$

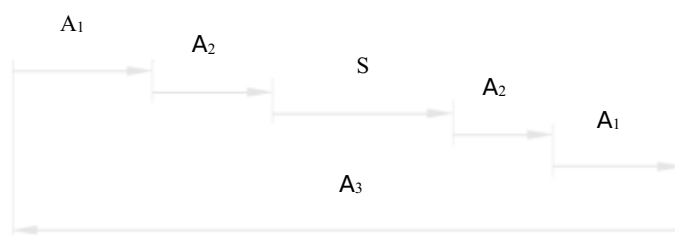


Рисунок 2.2 – Розмірний ланцюг

Середнє відхилення полів допусків складових ланок:

$$\Delta C = \frac{\Delta S + \Delta I}{2};$$

де ΔS - верхнє відхилення розміру складових ланок;

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3 – Вибір інструменту

№ операції	Назва операції	Інструмент			
		ріжучий	вимірювальний		
1	2	3	4		
005	Вертикально-фрезерна	Фреза 2210-0063 ГОСТ24398-86	Штангенциркуль ШЦ-I-125 _{0,1} ГОСТ166-80.		
010	Токарно-гвинторізна	Свердло 2317-0012 Р6М5 ГОСТ4010-77. Свердло 2300-0230 Р6М5 ГОСТ10902-77. Свердло 2301-0135 Р6М5 ГОСТ10902-77. Різець розточний 2141-0011 ГОСТ18882-73.	Штангенциркуль ШЦ-I-125 _{0,1} ГОСТ166-80.		
015	Токарно-гвинторізна	Різець Т15К6 2103-0007 ГОСТ18879-73. Різець Т15К6 2141-0011 ГОСТ18879-73. Різець Р6М5 2100-0025 ГОСТ188878-75.	Штангенрейсмус ШР-250 ГОСТ164-80. Глибиномір 8151-0010. Пробка контрольна 8133-0937 23Н8 МН172.		
020	Комплексна з ЧПК	Фреза торцева 2223-0099 ГОСТ3304-69. Фреза кінцева 2223-0093 ТУ2-035-591-77. Фреза кінцева 2220-1005 ТУ2-035-824-81.	Штангенциркуль ШЦ-II-250 _{0,1} ГОСТ166-80. Штангенрейсмус ШР-250 ГОСТ164-80.		
025	Токарно-гвинторізна	Різець Т15К6 2103-0007 ГОСТ18879-73. Різець Т15К6 2141-0011 ГОСТ18879-73. Різець Р6М5 2100-0025 ГОСТ188878-75.	Штангенрейсмус ШР-250 ГОСТ164-80. Глибиномір 8151-0010. Пробка контрольна 8133-0937 23Н8 МН172.		
030	Токарно-гвинторізна	Різець Т15К6 2103-0007 ГОСТ18879-73. Різець Т15К6 2141-0011 ГОСТ18879-73. Різець Р6М5 2100-0025 ГОСТ188878-75.	Штангенрейсмус ШР-250 ГОСТ164-80. Глибиномір 8151-0010. Пробка контрольна 8133-0937 23Н8 МН172.		
035	Вертикально-фрезерна	Фреза 2210-0609 ГОСТ24398-86	Штангенциркуль ШЦ-I-125 _{0,1} ГОСТ166-80. Глибиномір 8151-0010.		
			012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.	
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

Продовження таблиці 2.3				
1	2	3	4	
040	Вертикально-фрезерна	Фреза торцева 2223-0099 ГОСТ3304-69. Фреза кінцева 2223-0032 ТУ2-035-591-77. Фреза кінцева 2223-0087 ТУ2-035-824-81.	Штангенциркуль ШЦ-I-125 _{0,1} ГОСТ166-80. Штангенрейсмус ШР-250 ГОСТ164-80.	
045	Вертикально-фрезерна	Фреза торцева 2223-0067 ГОСТ3304-69.	Штангенциркуль ШЦ-I-125 _{0,1} ГОСТ166-80. Штангенрейсмус ШР-250 ГОСТ164-80. Шаблон радіусний ШР-1 ГОСТ4126-82.	
050	Комплексна з ЧПК	Фреза 2220-0069 ГОСТ6469-69. Фреза 2220-0067 ГОСТ6469-69. Фреза 2290-4031 ГОСТ6469-69. Свердло 2300-7525-03 ГОСТ10902-77. Свердло 2300-0309 ГОСТ10902-77. Свердло 2300-0142 ГОСТ10902-77. Зенківка спеціальна. Розвертка 2363-0071.	Штангенциркуль ШЦ-I-125 _{0,1} ГОСТ166-80. Штангенрейсмус ШР-250 ГОСТ164-80. Шаблон радіусний ШР-1 ГОСТ4126-82. Штангенциркуль ШЦ-II-250 _{0,1} ГОСТ166-80. Пробки контрольні . Міри кінцеві ГОСТ9038-83.	
055	Вертикально-свердлильна	Свердло 2300-6173 ГОСТ10902-77. Свердло 2300-0148 ГОСТ10902-77. Свердло 2300-7561 ГОСТ10902-77.	Штангенциркуль ШЦ-I-125 _{0,1} ГОСТ166-80. Пробки контрольні.	
060	Різенарізна	Мітчик М3 2621-1061-03 ГОСТ3266-81.	Штангенциркуль ШЦ-I-125 _{0,1} ГОСТ166-80. Пробки контрольні	
065, 075	Різенарізна	Мітчик М4 2621-1089-03 ГОСТ3266-81	Штангенциркуль ШЦ-I-125 _{0,1} ГОСТ166-80. Пробки контрольні	
				Арк.
				012В-23.00.00.00.000 ПЗ
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

065 - 090	Різенарізна	Мітчик М5 2621-1127-03 ГОСТ3266-81.	Штангенциркуль ШЦ-I-125 _{-0,1} ГОСТ166-80. Пробки контрольні
100 - 120	Різенарізна	Мітчик М2,5 2621-1045-03 ГОСТ3266-81	Штангенциркуль ШЦ-I-125 _{-0,1} ГОСТ166-80. Пробки контрольні

Проведемо розрахунок режимів різання по переходах технологічного процесу аналітичним методом для операції 005 токарно-гвинторізнюї.

1. Проточити поверхню в розмір Ø44 мм. начисто.

Визначимо глибину різання за формулою:

$$t = \frac{D-d}{2} = \frac{44-43}{2} = 0,5 \text{ мм.}$$

Ріжучий інструмент – прохідний різець з пластинами із твердого сплаву Т15К6. Січення державки різця 32 × 25 мм. Геометричні параметри різця: $r = 1,2 \text{ мм.}$, $\phi = 45^\circ$, $\lambda = 0$, $\phi_1 = 45^\circ$.

Назначаємо подачу $S = 0,12 \div 0,20 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$ – при чорновому розточуванні при вильоті різця $l = 100 \text{ мм.}$

Приймаємо подачу $S = 0,2 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$.

Період стійкості різця $T = 60 \text{ хв.}$

Швидкість різання при токарній обробці визначається за формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v ;$$

Значення коефіцієнту C_v і показників степеней - $C_v = 420$; $x = 0,15$; $y = 0,2$; $m = 0,20$.

Загальний поправочний коефіцієнт швидкості різання визначаємо із залежності:

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
-----	------	----------	--------	------	-------------------------	------

$$K_v = K_{M_v} \cdot K_{n_v} \cdot K_{\phi_1} \cdot K_{\phi_2} \cdot K_{O_v} \cdot K_{u_v};$$

де $K_{M_v} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{700} \right)^{0,9} = 0,94$ - коефіцієнт, що залежить від

властивостей оброблюваного матеріалу ($K_r = 1; n_v = 0,9$;

$K_{n_v} = 0,8$ - коефіцієнт, що залежить від стану оброблюваної поверхні;

$K_{u_v} = 0,93$ - коефіцієнт, що залежить від матеріалу ріжучої частини інструменту;

$K_{\phi_1} = 1$ - коефіцієнт, що залежить від геометричних параметрів різця (при $\phi = 45^\circ$);

$K_{O_v} = 0,9$ - коефіцієнт, що враховує вид обробки поверхні;

K_{ϕ_2} та K_{r_v} враховуються тільки при обробці різцями із твердого сплаву.

Швидкість різання:

$$V = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 0,94 \cdot 0,8 \cdot 0,93 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 178,24 \text{ м/хв}$$

Розрахункове число обертів шпинделя верстату:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 178,24}{3,14 \cdot 57} = 995,76 \text{ об/хв.}$$

Коректуємо число обертів шпинделя по паспорту верстату:

$$n = 960 \text{ об/хв.}$$

Дійсна швидкість різання:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 44 \cdot 960}{1000} = 171,82 \text{ м/хв.}$$

Силу різання прийнято розкласти на складові сили, які напрямлені по осях координат верстату (P_z, P_y і P_x).

При точінні:

$$P_{x, y, z} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

									012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

Коефіцієнти і показники степенів для складових сил різання:

Поправочний коефіцієнт визначаємо по формулі:

$$K_p = K_{M_p} \cdot K_{\phi} \cdot K_{\gamma} \cdot K_{\lambda} \cdot K_{r_p};$$

де $K_{M_p} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n$ - коефіцієнт, що враховує вплив властивостей

оброблюваного матеріалу на силові залежності;

$$K_{M_{p_z}} = \left(\frac{700}{750}\right)^{0,4} = 0,87; \quad K_{M_{p_y}} = \left(\frac{700}{750}\right)^{1,0} = 0,93; \quad K_{M_{p_x}} = \left(\frac{700}{750}\right)^{0,8} = 0,95;$$

$K_{\phi_{p_{x,y,z}}} = 1,0$ - поправочний коефіцієнт при $\phi = 45^\circ$;

$K_{\gamma_{p_{x,y,z}}} = 1,0$ - поправочний коефіцієнт переднього кута;

$K_{\lambda_{p_{x,y,z}}} = 1,0$ - поправочний коефіцієнт кута нахилу ріжучої кромки;

K_{r_p} враховується тільки при обробці різцями із швидкоріжучої сталі.

Тоді :

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,5^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 171,82^{-0,15} \cdot 0,87 = 2828 \text{ Н};$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,5^{0,9} \cdot 0,2^{0,6} \cdot 171,82^{-0,3} \cdot 0,69 = 730 \text{ Н};$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 0,5^{1,0} \cdot 0,2^{0,5} \cdot 171,82^{-0,4} \cdot 0,75 = 725 \text{ Н}.$$

Потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2828 \cdot 171,82}{1020 \cdot 60} = 7,94 \text{ кВт}.$$

Проведемо перевірку достатності потужності приводу головного руху верстату необхідній потужності різання:

$$N_{\text{різ}} < N_{\text{шп}}$$

де $N_{\text{шп}} = N_{\text{д}} \cdot \eta$, $N_{\text{шп}} = 11 \text{ кВт}$. – потужність електродвигуна приводу головного руху; $\eta = 0,85$ - коефіцієнт корисної дії механізму приводу верстату.

$$7,94 < (11 \cdot 0,85) = 9,35 \text{ кВт}.$$

З розрахунків видно, що потужність верстату достатня для обробки даної деталі.

									012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

Основний технологічний час на обробку:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S};$$

де L - довжина різання:

$$L = l + y + \Delta = 18 + 3 + 0 = 21 \text{ мм.}$$

$l = 18$ мм. - довжина обробки по кресленню деталі;

$y = 3$ мм. – врізання різця;

$\Delta = 0$ мм. – перебіг відсутній.

$$T_o = \frac{21 \cdot 1}{960 \cdot 0,2} = 0,11 \text{ хв.}$$

Операція 025.

1. Розточити отвір до $\varnothing 24\text{K}6$ на довжину 8 мм.

Визначимо глибину різання за формулою:

$$t = \frac{D - d}{2} = \frac{24 - 21}{2} = 1,5 \text{ мм.}$$

Ріжучий інструмент – розточний різець з пластинами із твердого сплаву Т15К6. Січення державки різця 32×25 мм. Геометричні параметри різця: $r = 1,2$ мм., $\varphi = 45^\circ$, $\lambda = 0$, $\varphi_1 = 45^\circ$.

Назначаємо подачу $S = 0,25 \div 0,40 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$ – при чорновому розточуванні при вильоті різця $l = 100$ мм.

Приймаємо подачу $S = 0,06 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$.

Період стійкості різця $T = 60$ хв.

Швидкість різання:

$$V = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,06^{0,2}} \cdot 0,94 \cdot 0,8 \cdot 0,93 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 55,5 \text{ м/хв.}$$

Розрахункове число обертів шпинделя верстату:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 55,5}{3,14 \cdot 24} = 895,1 \text{ об/хв.}$$

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Коректуємо число обертів:

$$n = 80 \text{ об/хв.}$$

Дійсна швидкість різання:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 24 \cdot 880}{1000} = 52,2 \text{ м/хв.}$$

Сили різання :

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 15^{1,0} \cdot 0,35^{0,75} \cdot 52,2^{-0,15} \cdot 0,87 = 2614 \text{ Н}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 15^{0,9} \cdot 0,35^{0,6} \cdot 52,2^{-0,3} \cdot 0,69 = 598 \text{ Н}$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 15^{1,0} \cdot 0,35^{0,5} \cdot 52,2^{-0,4} \cdot 0,75 = 640 \text{ Н}$$

Потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2614 \cdot 52,2}{1020 \cdot 60} = 6,07 \text{ кВт}$$

Перевірка достатності потужності приводу головного руху верстату необхідній потужності різання:

$$N_{\text{різ}} < N_{\text{шп}}$$

$$6,07 < (11 \cdot 0,85) = 9,35 \text{ кВт.}$$

З розрахунків видно, що потужність верстату достатня для обробки даної деталі.

Основний технологічний час на обробку:

$$T_o = \frac{12 \cdot 1}{880 \cdot 0,06} = 1,86 \text{ хв.}$$

Для всіх інших операцій та переходів розрахунок режимів різання проводимо табличним методом і результати зводимо в таблицю 2.4.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
-----	------	----------	--------	------	-------------------------	------

Таблиця 2.4 – Зведена таблиця режимів різання по операціях

Назва операції та перехід	t_c мм.	l_{op} мм.	l	T_{op} хв.	S_{pr} мм/об.	n об/хв.	V_c м/хв.	S_{ch} мм/хв.	T_{op} хв.	N_c кВт.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
005. Вертикально-фрезерна	1,0	60	1	60	0,15	1600	100	-	6,27	4,12
1. Перехід.										
010. Токарня										
1. Перехід.	1,1	2,0	1	45	0,15	315	16	-	0,02	2,13
2. Перехід.	7,5	107	1	45	0,15	315	14,8	-	2,4	1,78
3. Перехід.	12,0	104	1	45	0,25	315	38,6	-	5,1	1,23
4. Перехід.	0,5	62	1	45	0,15	315	39,5	-	0,88	2,1
015. Токарня										
1. Перехід.	0,75	62	1	45	0,15	315	61,3	-	1,48	1,76
2. Перехід.	1,0	80	1	45	0,15	315	79	-	1,7	1,25
3. Перехід.	0,5	41	1	45	0,1	315	40,5	-	1,3	2,8
4. Перехід.	0,5	43	1	45	0,1	315	42,5	-	1,37	3,1
5. Перехід.	0,75	44,5	1	45	0,1	315	44	-	1,41	2,1
6. Перехід.	0,25	23	2	45	0,1	315	22,7	-	0,73	0,7
020. Комплексна з ЧПК										
1. Перехід.	0,15	43	1	35	0,122	1000	125,6	-	0,19	1,7
2. Перехід.	0,15	54	1	35	0,122	1000	124	-	0,22	2,1
3. Перехід.	0,15	39	1	35	0,122	1000	131	-	0,17	1,9

Продовження таблиці 2.4

Назва операції та перехід	t_i мм.	l_i мм.	i	$T_{ав}$ хв.	$S_{пр}$ мм/об.	n_i об/хв.	V_i м/хв.	$S_{дв}$ мм/хв.	$T_{ав}$ хв.	N_i кВт.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
025. Точарна										
1. Перехід.	1,0	60,5	1	45	0,1	315	60	-	2,06	2,87
2. Перехід.	0,5	80	1	45	0,1	315	79	-	2,69	3,2
3. Перехід.	2,2	80	1	45	0,1	315	79	-	2,72	2,7
4. Перехід.	0,4	43,8	1	45	0,1	315	79	-	1,82	2,81
5. Перехід.	0,4	16,5	1	45	0,1	315	23,5	-	0,63	2,92
6. Перехід.	0,4	3	1	45	0,1	315	23,5	-	0,03	3,17
7. Перехід.	0,08	33	2	45	0,8	64	4,75	-	0,64	0,6
8. Перехід.	0,08	62	1	45	0,1	32	4,35	-	1,97	0,56
030. Точарна										
1. Перехід.	1,5	15,5	1	45	0,1	400	68,8	-	0,39	2,6
2. Перехід.	1,13	10,5	1	45	0,1	400	33	-	0,3	2,56
3. Перехід.	0,5	3	2	45	0,1	400	33	-	0,03	2,1
4. Перехід.	1,0	11	1	45	0,75	125	10,6	-	0,8	2,1
035. Вертикально-фрезерна										
1. Перехід.	11,0	26	3	60	-	1000	25	160	0,16	5,1
040. Вертикально-фрезерна										
1. Перехід.	3,0	28	2	60	-	1000	26	160	1,75	4,89
2. Перехід.	3,0	28	2	60	-	1000	26	160	1,75	4,97
3. Перехід.	3,0	28	2	60	-	1000	26	16	1,75	4,89
045. Вертикально-фрезерна										
1. Перехід.	2,6	10	1	60	-	1000	31,4	200	0,65	5,12

Продовження таблиці 2.4

Назва операції та перехід	t_c мм.	l_{op} мм.	l	T_{op} хв.	S_{op} мм/об	n об/хв.	V м/хв.	S_{10} мм/хв.	T_{10} хв.	N_c кВт.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
055. Комплексна з ЧПК										
1. Перехід.	1,3	22	1	45	-	1200	29,1	100	0,57	5,1
2. Перехід.	0,3	6	4	45	-	730	18,1	100	0,32	4,9
3. Перехід.	2,0	61	40	35	0,12	500	17,1	-	5,17	0,7
4. Перехід.	2,15	88	10	35	0,12	500	17,4	-	1,7	1,1
5. Перехід.	3,3	10	1	35	0,12	500	7,2	-	0,07	0,6
6. Перехід.	1,8	12	2	35	0,12	500	3,12	-	0,08	0,87
7. Перехід.	1,025	72	11	35	0,12	500	1,39	-	0,21	0,7
8. Перехід.	1,25	82	12	35	0,12	500	1,48	-	0,36	0,7
9. Перехід.	2,1	9	1	35	0,12	500	2,16	-	0,12	0,68
10. Перехід.	0,25	18	4	35	0,12	600	7,1	-	0,48	0,72
11. Перехід.	1,5	64	12	45	-	1000	21,5	160	2,13	4,8
12. Перехід.	1,5	40	2	45	-	1000	21,5	160	0,7	4,91
13. Перехід.	1,0	40	4	45	-	1000	21,8	160	0,92	4,8
14. Перехід.	0,1	24	1	45	0,02	630	32,16	-	0,21	2,1
15. Перехід.	0,02	24	1	60	0,01	630	33,4	-	0,16	0,6
060. Вертикально-свердлильна										
1. Перехід.	2,5	8	2	35	0,15	2000	30	-	1,49	1,1
2. Перехід.	1,25	5	5	35	0,1	1600	15	-	2,13	1,21
3. Перехід.	1,25	9,3	2	35	0,1	1600	15	-	0,76	1,3
4. Перехід.	1,25	7,3	3	35	0,1	1600	15	-	0,92	1,19
5. Перехід.	1,65	6,7	1	35	0,1	1600	19,8	-	0,42	1,19
6. Перехід.	1,65	7,7	6	35	0,1	1600	19,8	-	0,42	1,2
7. Перехід.	0,5	0,5	22	35	0,1	1600	19,8	-	0,67	0,3

Зм. Лист № докум. Підпис Дата

012В-23.00.00.00.000 ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 2.4

Назва операції та перехід	t_i мм.	l_i мм.	i	T_{op} хв.	S_{op} мм/об.	n_i об/хв.	V_i м/хв.	S_{10} мм/хв.	T_{10} хв.	N_i кВт.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
065. Різання										
1. Перехід.	0,5	8,5	5	60	0,5	500	4,7	-	2,1	0,65
2. Перехід.	0,5	7,5	2	60	0,5	500	4,7	-	0,6	0,68
3. Перехід.	0,5	5,5	6	60	0,5	500	4,7	-	1,2	0,65
070. Різання										
1. Перехід.	0,5	6,1	6	60	0,5	500	6,3	-	2,6	0,72
2. Перехід.	0,5	9,2	2	60	0,5	500	6,3	-	1,2	0,72
075. Різання										
1. Перехід.	1,0	9,5	2	60	0,8	500	7,9	-	1,8	0,6
080. Різання										
1. Перехід.	0,7	13,2	8	60	0,5	500	6,3	-	2,9	0,7
2. Перехід.	0,7	8,0	12	60	0,5	500	6,3	-	4,1	0,7
085. Різання										
1. Перехід.	0,5	5,5	16	60	0,5	500	4,7	-	4,2	0,6
2. Перехід.	0,5	5,5	4	60	0,5	500	4,7	-	1,2	0,6
3. Перехід.	0,5	8,0	4	60	0,5	500	4,7	-	1,2	0,6
090. Різання										
1. Перехід.	0,45	5,4	16	60	0,45	500	3,9	-	4,1	0,32
2. Перехід.	0,45	4,4	6	60	0,45	500	3,9	-	1,3	0,32

2.6 Нормування технологічного процесу

Технічні норми часу на операції технологічного процесу механічної обробки деталі встановлюються розрахунково-аналітичним способом.

Норми штучного часу на операцію:

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_d + T_{\text{обсл}} + T_{\text{відп}},$$

де T_o - основний (технологічний) час;

T_d - допоміжний час;

$T_{\text{обсл}}$ - час на обслуговування робочого місця;

$T_{\text{відп}}$ - час на відпочинок та природні потреби робітника.

Оперативний час складається:

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_d;$$

Тоді штучний час буде складати:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{обсл}} + T_{\text{відп}}$$

Штучно – калькуляційний час в крупносерійному виробництві визначається по формулі:

$$T_{\text{штк}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n},$$

де $T_{\text{пз}}$ - підготовчо-заключний час;

$n = \frac{N \cdot a}{F}$ - величина партії деталей;

$N = 300$ шт - річна програма випуску деталей;

$a = 5$ - необхідний запас деталей на складі;

$F = 257$ днів – число робочих днів в році (при двох днях відпочинку в тиждень):

$$n = \frac{300 \cdot 5}{257} = 6 \text{ деталей.}$$

						012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			

Розраховуємо норму штучного часу на токарно-гвинторізну операцію 010.

Час на встановлення та зняття деталі:

$$T_{вз} = 0,21 \text{ хв.};$$

Час на вимірювання деталі:

$$T_{вим} = 0,2 \text{ хв.};$$

Час на управління верстатом [5, с.86]:

$$T_{уп} = 0,12 \text{ хв.};$$

Час на обслуговування робочого місця та відпочинок :

$$T_{обсл} = 4,15\%T$$

$$T_{відп} = 4,15\%T$$

Тоді допоміжний час:

$$T_{доп} = T_{вз} + T_{вим} + T_{уп} = 0,21 + 0,22 + 0,12 = 0,55 \text{ хв.}$$

Так, як основний (технологічний) час на цій операції складає $T_о = 0,6 + 0,55 + 0,75 + 0,45 = 2,32$ хв., то оперативний час буде:

$$T_{оп} = T_о + T_д = 2,32 + 0,55 = 2,87 \text{ хв.}$$

$$T_{обсл} = 4,15\%(2,87) = 0,119 \text{ хв.};$$

$$T_{відп} = 4,15\%(2,87) = 0,119 \text{ хв.};$$

Звідси штучний час на операції:

$$T_{шт} = 2,87 + 0,119 + 0,119 = 3,18 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час $T_{пз} = 36$ хв.

Штучно калькуляційний час складе:

$$T_{штк} = 3,18 + \frac{36}{128} = 4,21 \text{ хв.}$$

Для решти переходів (операцій) технологічного процесу розрахунки проводимо по довідковій літературі і зводимо в таблицю 2.5.

						012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			

Таблиця 2.8 – Норми штучного часу на операції техпроцесу

№	T _о , ХВ.	Допоміжний, хв.			T _{оп} , ХВ.	T _{обс} , ХВ.	T _{від} , ХВ.	T _{шт} , ХВ.	T _{п.з.} , ХВ.	n, шт.	T _{шт.к} ХВ.
		T _{в.з.}	T _{вим}	T _{уп}							
010	6,27	0,41	0,2	0,41	7,29	0,118	0,118	8,14	1,0	6	9,14
025	8,4	0,41	0,2	0,41	9,58	0,01	0,01	1,57	0,15	6	11,15
030	7,99	0,41	0,2	0,41	9,19	0,01	0,01	1,23	0,19	6	10,42
035	0,58	0,41	0,2	0,41	1,68	0,01	0,01	1,5	0,17	6	3,18
050	12,56	0,41	0,2	0,41	14,76	0,01	0,01	0,95	0,17	6	15,71
055	1,52	0,41	0,2	0,41	2,22	0,01	0,01	0,2	0,12	6	2,42
060	0,16	0,12	0,2	0,21	0,76	0,01	0,01	0,37	0,23	6	0,99
065	3,93	0,41	0,2	0,41	5,03	0,01	0,01	1,23	0,19	6	6,26
070	0,65	0,41	0,2	0,41	1,75	0,01	0,01	1,5	0,17	6	3,25
080	11,46	0,41	0,2	0,41	13,06	0,01	0,01	0,95	0,17	6	14,01
090	6,81	0,41	0,2	0,41	7,61	0,01	0,01	0,37	0,23	6	7,98
095	3,9	0,41	0,2	0,41	5,02	0,01	0,01	1,23	0,19	6	6,25
100	3,8	0,41	0,2	0,41	4,92	0,01	0,01	1,5	0,17	6	6,04
105	1,8	0,41	0,2	0,41	3,0	0,01	0,01	0,49	0,37	6	3,49
110	7,0	0,41	0,2	0,41	8,12	0,01	0,01	0,49	0,37	6	8,61
115	6,64	0,41	0,2	0,41	8,24	0,01	0,01	0,49	0,37	6	8,73
120	5,4	0,41	0,2	0,41	6,7	0,01	0,01	0,49	0,37	6	7,19

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ					Арк.	
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата							

РОЗДІЛ 3

КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Проектування технологічного оснащення

3.1.1 Вибір і обґрунтування принципу дії пристрою, структурної схеми

Розробка конструкції пристрою для токарного оброблення

Для токарної обробки корпусу для фільтрування було вибрано пристрій, представлений на рисунку 3.1.

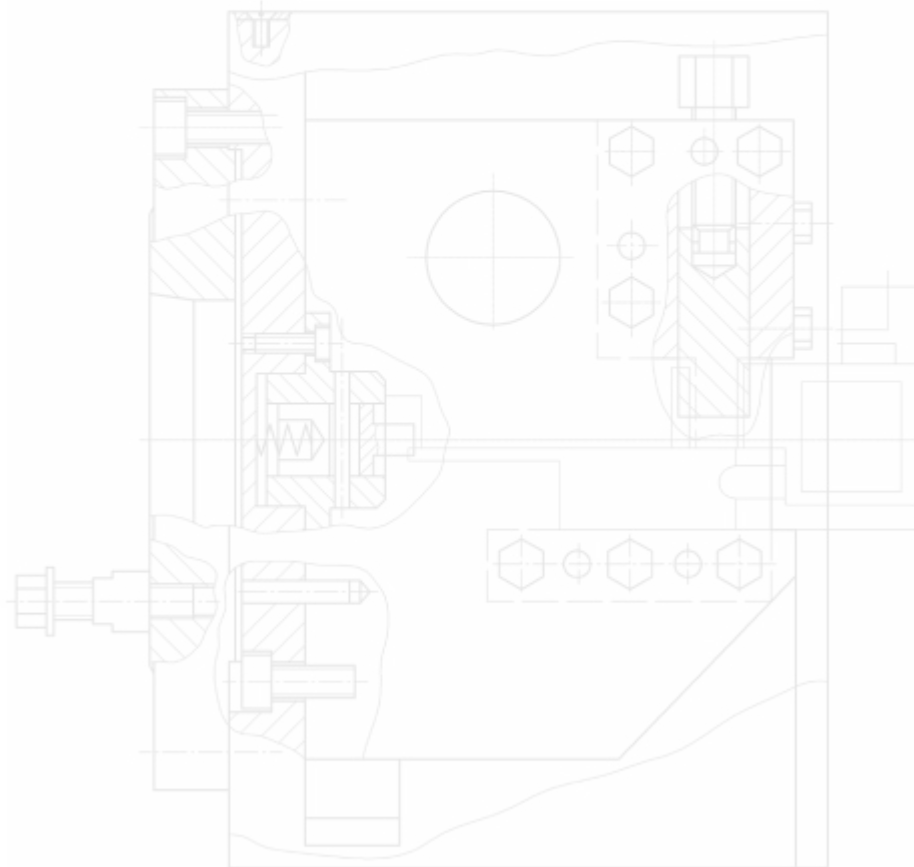


Рисунок 3.1 – Пристрій для токарного оброблення корпусу

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Пристрій закріплюється на шпинделі токарно-гвинторізного верстату 1К62ПФ1, складається з круглого корпусу, в якому встановлено підпружинену опору, яка притискує корпус з сторони шпинделя і встановлюється в отвір деталі, базуючи її при цьому. Деталь затискається спеціальними призматичними прижимами, які встановлені в пази корпусу і закріплюють деталь для забезпечення її нерухомості відносно патрона.



Рисунок 3.2 – Вибір оптимальної схеми токарного пристрою

Розробка конструкції установочного пристрою для комплексної обробки деталі

Для оброблення деталі на багатоцільових оброблюючих центрах та свердління отворів і нарізання різі розроблено нову конструкцію установочного пристрою, яку представлено на рисунку 3.3.

012В-23.00.00.00.000 ПЗ					Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

3.1.2 Силовий розрахунок параметрів приводу

При розрахунку зусилля затиску P_3 необхідно знати силу різання, що виникає при свердлінні отворів. Для цього визначаємо осьову силу при свердлінні отворів. Вона буде складати 2899 Н.

Так, як вісь притискання зсунута відносно вісі отвору, то складова осьової сили буде:

$$\frac{P_{oc}}{P'} = \frac{200,6}{191,6},$$

де 200,6 і 191,6 – відстані від осі отвору до місця прикладання зусилля.

Отже:

$$P = \frac{191,6}{200,6} \cdot P_{oc} = \frac{191,6}{200,6} \cdot 2899 = 2768,9 \text{ Н.}$$

Визначимо силу розривання:

$$Q = \frac{200,6}{20} \cdot P' = \frac{200,6}{20} \cdot 2768,9 = 2777,2 \text{ Н.}$$

Визначимо діаметр різи, який необхідний для закріплення заготовки:

$$d = 1,4 \cdot K_3 \cdot \sqrt{\frac{Q}{[\sigma_T]}} = 1,4 \cdot 3,3 \cdot \sqrt{\frac{2777,2}{300}} = 14,1 \text{ мм.}$$

де K_3 - коефіцієнт запасу.

Приймаємо різь М16×1,5 – 7Н.

Визначаємо силу закріплення:

$$P_3 = \frac{2 \cdot k \cdot Q - f \cdot R \cdot D_{оп}}{f \cdot D_{оп}},$$

де $k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6$ - поправочний коефіцієнт, який враховує:

$k_0 = 1,5$ - коефіцієнт гарантованого запасу;

$k_1 = 1,2$ - коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання із-за випадкових нерівностей;

$k_2 = 1,8$ - коефіцієнт, що характеризує збільшення сили різання при зношуванні інструменту;

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
-----	------	----------	--------	------	-------------------------	------

$k_3 = 1,2$ - коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при перервному процесі різання;

$k_4 = 1,3$ - коефіцієнт, що враховує постійність сили закріплення;

$k_5 = 1,0$ - коефіцієнт, що враховує вплив різних ЗОР;

$k_6 = 1,0$ - коефіцієнт, що враховує встановлення на пластини;

$f = 2$;

$D_{оп}$ - діаметр заготовки.

$$P_3 = \frac{2 \cdot 5,05 \cdot 2777,2 - 2 \cdot 22 \cdot 80}{2 \cdot 80} = 3484,2$$

Отже, необхідне зусилля затиску забезпечується.

3.1.3 Розрахунок пристрою на ТОЧНІСТЬ

При даній схемі обробки і базування деталі в пристосуванні умова забезпечення точності обробки може бути:

$$\pm yL_{вир} \geq Fy'L_{конд} \pm 2 \left[K \frac{D_{ВН} - D_{СМ}}{2} \pm K \frac{d_{ВН} - d_{СВ}}{2} \pm m\varepsilon_{роб} \pm P(d_{ВН} - d_{СВ}) \frac{h+b}{l} \right]$$

де $yL_{вир}$ - граничне відхилення;

$y' = \pm 0,05$ ММ – граничне відхилення розмірів пристосування нормальної точності;

$F = 0,8$ - коефіцієнт, що враховує границю відхилення координат центрів отворів в корпусі;

$K = 0,5$ - коефіцієнт, що враховує найбільшу границю зазорів в спряженнях і їх зміщення;

$m = 0,4$ - коефіцієнт, що враховує найбільшу ймовірну величину ексцентриситету цанги;

$P = 0,35$ - коефіцієнт, що враховує величину перекосу цанги.

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді:

$$yL_{\text{вир}} = 0,8 \cdot 0,05 \cdot 90 + 2 \left[0,5 \frac{16,043 - 15,07}{2} + 0,02 + 0,35(7,2 - 6,7) \frac{2+8}{15} \right] = 0,069$$

0,069 мм. є менше допуску на точіння поверхонь 0,087:

$$yL_{\text{вир}} \varnothing,140 \text{ мм } \varnothing,069 \text{ мм}$$

Величина похибки, яку дає пристосування менша від величини допуску отвору – пристосування забезпечує відповідну точність.

3.2 Розрахунок на точність контрольного пристрою

Для контролю торцевого биття та паралельності поверхонь використовується пристрій, представлений на рисунку 3.4.

В пристрої встановлюється індикатор типу Ч-2 ГОСТ577-98, вісь пристрою разом з індикатором обертається відносно деталі і за показами стрілок визначається величина торцевого биття – 0,01 мм.

Для вимірювання величини паралельності площин відносно вісі деталі, пристрій та індикаторну стійку встановлюють на контрольний стіл і вимірюють різницю показів індикатора на діаметрах контрольного пристрою. Допуск паралельності - 0,5 мм.

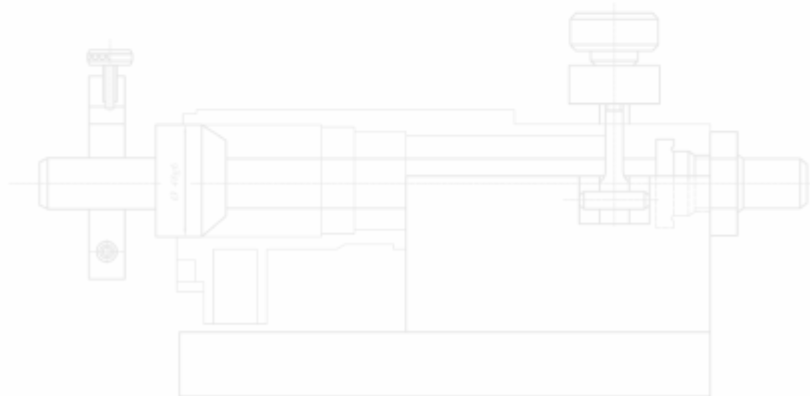


Рисунок 3.4 – Пристрій для контролю торцевого биття та паралельності поверхонь корпусу

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
-----	------	----------	--------	------	-------------------------	------

3.3 Розрахунок обладнання для пресування фільтруючих ППМ

Порівняно з відомими конструкціями вдосконалена модель установки, при однакових габаритах, здатна створювати тиск до 250МПа, а також дозволяє зменшити собівартість на 35% при забезпеченні виконання експлуатаційних властивостей обладнання.

На рисунку 3.5 представлений зовнішній вигляд пристрою для пресування пористих проникних матеріалів.

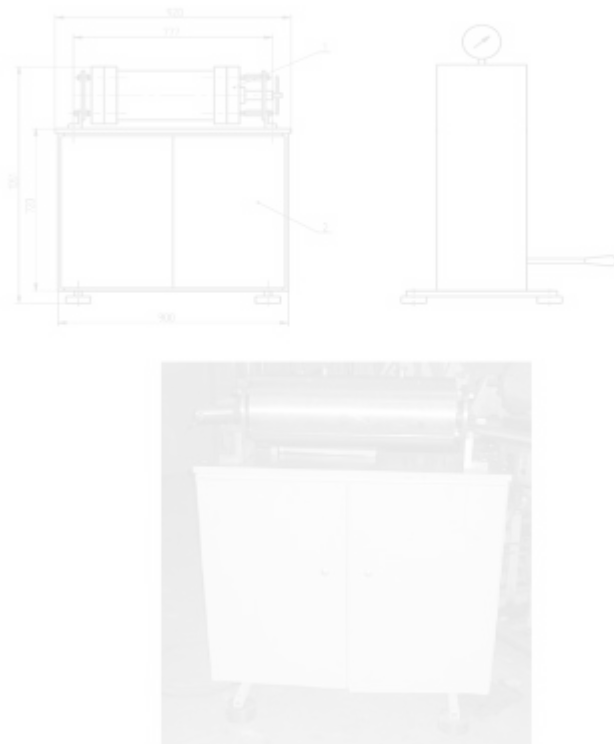


Рисунок 3.5 – Принципова схема (а) та загальний вигляд пресувального комплексу: 1 – пристрій для пресування ППМ, 2 – каркас

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

На рисунку 3.6 зображені епюри зміни радіального і тангенціального напруження по товщині циліндра.

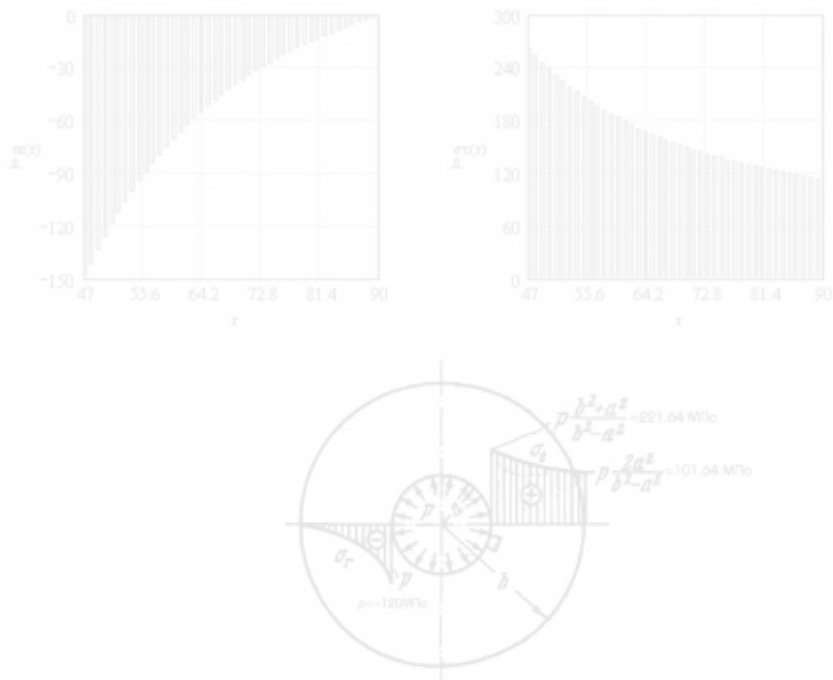


Рисунок 3.6 – Епюри напружень по товщині циліндра

Як видно з рисунку, найбільш небезпечною є внутрішня поверхня корпусу, так як у ній виникають максимальні σ_r і σ_t .

За теорією найбільших дотичних напружень:

$$\sigma_{\text{екв}} = \sigma_1 - \sigma_3 = \sigma_t - \sigma_r, \text{ так як } \sigma_1 = \sigma_t, \sigma_3 = \sigma_r,$$

де $\sigma_{\text{екв}}$ - розрахункове напруження, яке за критерієм найбільших дотичних напружень.

Тоді :

$$\sigma_{\text{екв}} = \sigma_t - \sigma_r = 262,5 + 150 = 412,5 \text{ МПа} \ll [\sigma_t]$$

						012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			

Визначимо $\sigma_{\text{екв}}$ за теорією Хубера-Мізеса $\sigma_r, \sigma_\tau, \sigma_z$:

$$\sigma_{\text{екв}} = \frac{2}{2} \cdot \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2},$$

де $\sigma_1 = \sigma_r, \sigma_2 = \sigma_\tau, \sigma_3 = \sigma_z$.

Так як корпус під час роботи не сприймає осьових навантажень, тоді $\sigma_z = 0$.

Звідси випливає, що:

$$\sigma_{\text{екв}} = \frac{2}{2} \cdot \sqrt{(150 - 262,5)^2 + (150 - 0)^2 + (0 - 262,5)^2} = 361,6 \text{ МПа} \ll [\sigma_T]$$

Коефіцієнт запасу міцності рівний:

$$k = \frac{[\sigma_m]}{\sigma_{\text{екв}}} = \frac{650}{361,6} = 1,79$$

У процентному відношенні різниця між результатами розрахунку $\sigma_{\text{екв}}$ за двома теоріями не перевищує 13%.

Розрахунок осьових зусиль у внутрішній частині корпусу.

Осьове зусилля, яке передається поліуретановою оболонкою на упори (вкладиш + наладка) рівне:

$$F_z = S_f \cdot p,$$

де S_f - площа січення корпусу;

p - внутрішній тиск.

$$S_f = \frac{\pi \cdot d_k^2}{4},$$

де d_k - внутрішній діаметр корпусу.

Тоді:

$$F_z = S_f \cdot p = \frac{\pi \cdot 94^2}{4} \cdot 150 = 1.041 \cdot 10^6 \text{ (Н)}$$

						012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			

Розрахунок напружень і зусиль лівої та правої частини рами.

Рама під дією осьової сили розтягується і в ній виникають осьові напруження, які рівні:

$$\sigma_z = \frac{P}{S_K} = \frac{4F_z}{\pi \cdot (D_{\text{нарама}}^2 - D_{\text{внутрама}}^2)} = \frac{4 \cdot 1,041 \cdot 10^6}{\pi \cdot (220^2 - 180^2)} = 82,8 \text{ (МПа)},$$

де $D_{\text{нарама}}$ і $D_{\text{внутрама}}$ - зовнішній та внутрішній діаметри рами, які рівні 220 і 180 мм відповідно.

Тоді коефіцієнт запасу міцності зовнішньої циліндричної рами буде:

$$k = \frac{[\sigma_{\text{трама}}]}{\sigma_z} = \frac{650}{82,8} = 7,84$$

						012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			

РОЗДІЛ 4

ПРОЕКТУВАННЯ МЕХАНІЧНОЇ ДІЛЬНИЦІ

4.1 Уточнення типу виробництва

Вихідними даними для розрахунку плану дільниці та цеху є:

- об'єм випуску виробів: 300 штук
- роботи проводиться в дві зміни при п'ятиденному тижні;
- дійсний фонд часу при такому режимі роботи складає:
 - 1) для обладнання і робочих місць 4015год;
 - 2) для працівників – 1860год.

Від якості роботи дільниць залежить ефективність всієї виробничої діяльності заводу. Тому проектування цехів являється складовою частиною проектування заводів.

Проектування окремих дільниць досить часто є самостійною частиною проекту цілого заводу. Проектування механічної дільниці – це комплекс складних та трудомістких, взаємопов'язаних між собою процесів.

Основа для розрахунку є працемісткість і річна програма виготовлення. Необхідна кількість основного технологічного обладнання:

$$C_p = \frac{T_{шт} \cdot N}{\Phi_d}$$

де C_p – розрахункова кількість верстатів, необхідна для виконання річної програми на даній операції;

$T_{шт}$ – працемісткість виконання даної операції, хв;

Φ_d – дійсний річний фонд часу роботи обладнання (приймаємо 4055 год при двозмінному режимі роботи).

Для аналізу ступеня використання виробничого обладнання розраховуємо коефіцієнт його завантаження $\eta_{з.факт}$:

							012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				

$$n_{з.факт.} = \frac{C_{пр}}{C_{шт.}}$$

де $C_{пр}$ – прийнята кількість верстатів для виконання річної програми.

5.2 Визначення кількості працівників на дільниці

Враховуючи наявність вихідних даних і глибину відпрацювання технологічних рішень, проектування дільниці проводимо сучасними укрупненими методами.

Трудомісткість механічної обробки річного випуску деталі можна визначити за формулою:

$$T = T_{шт} \cdot N$$

де T – трудомісткість механічного оброблення виробу;

$T_{шт}$ – норма штучного часу;

N – річна програма випуску.

$$T = \frac{199,79 \cdot 300}{60} = 6660, \text{ (верстато-годин)}$$

Розрахунок кількості основного технологічного обладнання:

$$m_{в} = \frac{T_{шт} \cdot N}{F_{д} \cdot k_{з}}$$

де $T_{шт}$ – норма штучного часу;

$F_{д}$ – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, при двозмінній роботі складає 4015 год.;

$k_{з}$ – середній коефіцієнт завантаження обладнання, для даного типу виробництва приймається рівним 0,8.

$$C_{зар} = \frac{199,79 \cdot 300}{4015 \cdot 0,8} = 19,62, \text{ (верстатів).}$$

Отриману загальну кількість верстатів розподіляємо по групах і типах, користуючись процентним відношенням.

						012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			

Згідно коефіцієнта закріплення операцій корпусу на дільниці крупносерійне змінно-потоквої форми організації виробництва з довантаженням деяких верстатів подібними відповідними деталями. Обладнання на дільниці довантажується за рахунок виготовлення деталей подібної номенклатури.

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

Всі розрахунки по визначенню необхідної кількості обладнання оформлені у вигляді таблиці 4.1.

Таблиця 4.1- Розподіл верстатів по типах

№ п/п	Назви верстатів	Кількість верстатів
1	Токарні	5
2	Фрезерні	3
3	Оброблюючі центри	2
4	Свердлильні	5
5	Різенарізні	6
Всього		21

Кількість допоміжного обладнання приймається:

- для заточного відділення – 2 верстати;
- для майстерні по ремонту технологічного оснащення – 1 верстат.

На дільниці, яка проектується, при виконанні виробничого процесу задіяні наступні категорії працюючих:

- виробничі робітники;
- допоміжні робітники;
- інженерно-технічні працівники;
- молодший обслуговуючий персонал;
- лічильно-контрський персонал.

				012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

Розрахунок кількості виробничих робітників-верстатників механічного відділення:

$$T_{PB} = \frac{C_{пр} \cdot E_d \cdot k_з}{F_{др} \cdot k_б};$$

де $C_{пр}$ - прийнята кількість обладнання;

E_d – дійсний річний фонд часу роботи обладнання при прийнятому режимі роботи в годинах, $F_0 = 4015$ год.,

$k_з$ – коефіцієнт завантаження обладнання,

$E_{др}$ – дійсний річний фонд часу роботи робітників;

$k_б$ – коефіцієнт багатOVERстатного обслуговування, $k_б = 1,2$.

$$m_{PB} = \frac{15 \cdot 4015 \cdot 0,8}{1118 \cdot 1,2} = 32; \text{ (чол.)}$$

Приймаємо $P_b = 30$ чоловік.

Кількість робітників слюсарів визначається в процентах від кількості робітників-верстатників..

Таблиця 4.2 – Відомість складу працюючих дільниці

Категорія працюючих	Спосіб визначення	Процентне відношення	Кількість
Верстатники	За формулою	—	30
Допоміжні робітники	в % відношенні	35...50	14
МОП	в % відношенні	2...3	1
ІТП	в % відношенні	10...13	3
ЛКП	в % відношенні	4...5	2
Всього			50

Розрахункова кількість верстатів:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{зн}};$$

де: $N = 300$ шт. – програма випуску деталей;

$F_0 = 3979$ год. – дійсний фонд часу роботи обладнання;

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
-----	------	----------	--------	------	-------------------------	------

$\eta_{BH} = 0,8$ - нормативний коефіцієнт завантаження обладнання для серійного виробництва.

Операція 010.

$$T_{шт} = 9,14 \text{ хв.}$$

$$m_{p_1} = \frac{300 \cdot 9,14}{3979 \cdot 0,8} = 0,86 .$$

Приймаємо кількість верстатів рівною $m_n = 1$.

Операція 025.

$$T_{шт} = 11,15 \text{ хв.}$$

$$m_{p_2} = \frac{300 \cdot 11,15}{3979 \cdot 0,8} = 1,05 .$$

Приймаємо кількість верстатів рівною $m_n = 2$.

Операція 030.

$$T_{шт} = 10,42 \text{ хв.}$$

$$m_{p_3} = \frac{300 \cdot 10,42}{3979 \cdot 0,8} = 0,98 .$$

Приймаємо кількість верстатів рівною $m_n = 2$.

Операція 035.

$$T_{шт} = 3,18 \text{ хв.}$$

$$m_{p_5} = \frac{300 \cdot 3,18}{3979 \cdot 0,8} = 0,29 .$$

Приймаємо кількість верстатів рівною $m_n = 1$.

Операція 050.

$$T_{шт} = 15,71 \text{ хв.}$$

$$m_{p_6} = \frac{300 \cdot 15,71}{3979 \cdot 0,8} = 1,48 .$$

Приймаємо кількість верстатів рівною $m_n = 2$.

										012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата							

Операція 055.

$$T_{шт} = 2,42 \text{ хв.}$$

$$m_{p7} = \frac{300 \cdot 2,42}{3979 \cdot 0,8} = 0,23.$$

Приймаємо кількість верстатів рівною $m_n = 1$.

Операція 060.

$$T_{шт} = 0,99 \text{ хв.}$$

$$m_{p8} = \frac{300 \cdot 0,99}{3979 \cdot 0,8} = 0,09.$$

Приймаємо кількість верстатів рівною $m_n = 1$.

Операція 065.

$$T_{шт} = 6,26 \text{ хв.}$$

$$m_{p10} = \frac{300 \cdot 6,262}{3979 \cdot 0,8} = 0,59.$$

Приймаємо кількість верстатів рівною $m_n = 1$.

Операція 070.

$$T_{шт} = 3,25 \text{ хв.}$$

$$m_{p11} = \frac{300 \cdot 3,25}{3979 \cdot 0,8} = 0,31.$$

Приймаємо кількість верстатів рівною $m_n = 1$.

Операція 080.

$$T_{шт} = 14,01 \text{ хв.}$$

$$m_{p12} = \frac{300 \cdot 14,01}{3979 \cdot 0,8} = 1,32.$$

Приймаємо кількість верстатів рівною $m_n = 2$.

Операція 090.

$$T_{шт} = 7,98 \text{ хв.}$$

$$m_{p13} = \frac{300 \cdot 7,98}{3979 \cdot 0,8} = 0,75.$$

						012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			

Приймаємо кількість верстатів рівною $m_n = 1$.

Операція 095.

$$T_{шт} = 6,25 \text{ хв.}$$

$$m_{p14} = \frac{300 \cdot 6,25}{3979 \cdot 0,8} = 0,59.$$

Приймаємо кількість верстатів рівною $m_n = 1$.

Операція 100.

$$T_{шт} = 6,04 \text{ хв.}$$

$$m_{p15} = \frac{300 \cdot 6,04}{3979 \cdot 0,8} = 0,57.$$

Приймаємо кількість верстатів рівною $m_n = 1$.

Операція 105.

$$T_{шт} = 3,49 \text{ хв.}$$

$$m_{p16} = \frac{300 \cdot 3,49}{3979 \cdot 0,8} = 0,33.$$

Приймаємо кількість верстатів рівною $m_n = 1$.

Операція 110.

$$T_{шт} = 8,61 \text{ хв.}$$

$$m_{p17} = \frac{300 \cdot 8,61}{3979 \cdot 0,8} = 0,81.$$

Приймаємо кількість верстатів рівною $m_n = 1$.

Операція 115.

$$T_{шт} = 8,73 \text{ хв.}$$

$$m_{p18} = \frac{300 \cdot 8,73}{3979 \cdot 0,8} = 0,82.$$

Приймаємо кількість верстатів рівною $m_n = 1$.

Операція 120.

$$T_{шт} = 7,19 \text{ хв.}$$

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.

$$m_{p19} = \frac{300 \cdot 7,19}{3979 \cdot 0,8} = 0,68.$$

Приймаємо кількість верстатів рівною $m_n = 1$.

Визначимо коефіцієнти завантаження обладнання по операціях:

$$\eta_{\text{з}} = \frac{m_p}{m_n} \cdot 100\%;$$

$$\eta_{\text{з}1} = \frac{0,86}{1} \cdot 100\% = 86\%; \quad \eta_{\text{з}2} = \frac{1,05}{2} \cdot 100\% = 52,5\%;$$

$$\eta_{\text{з}3} = \frac{0,98}{2} \cdot 100\% = 49\%; \quad \eta_{\text{з}5} = \frac{0,29}{1} \cdot 100\% = 29\%;$$

$$\eta_{\text{з}6} = \frac{1,48}{2} \cdot 100\% = 74\%; \quad \eta_{\text{з}7} = \frac{0,23}{1} \cdot 100\% = 23\%;$$

$$\eta_{\text{з}8} = \frac{0,09}{1} \cdot 100\% = 9\%; \quad \eta_{\text{з}10} = \frac{0,59}{1} \cdot 100\% = 59\%;$$

$$\eta_{\text{з}11} = \frac{0,31}{1} \cdot 100\% = 31\%; \quad \eta_{\text{з}12} = \frac{1,32}{2} \cdot 100\% = 66\%;$$

$$\eta_{\text{з}13} = \frac{0,75}{1} \cdot 100\% = 75\%; \quad \eta_{\text{з}14} = \frac{0,59}{1} \cdot 100\% = 59\%;$$

$$\eta_{\text{з}15} = \frac{0,57}{1} \cdot 100\% = 57\%; \quad \eta_{\text{з}16} = \frac{0,33}{1} \cdot 100\% = 33\%;$$

$$\eta_{\text{з}17} = \frac{0,81}{1} \cdot 100\% = 81\%; \quad \eta_{\text{з}18} = \frac{0,82}{1} \cdot 100\% = 82\%;$$

$$\eta_{\text{з}19} = \frac{0,68}{1} \cdot 100\% = 68\%.$$

Середній коефіцієнт завантаження обладнання:

$$\eta_{\text{зс}} = \sum_i \eta_{\text{з}i} = 54,91\%$$

Далі будемо графік завантаження обладнання та представляємо їх на рисунку 4.1.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.



Рисунок 4.1 – Графік завантаження обладнання

012В-23.00.00.00.000 ПЗ

Арк.

Зм. Лист № докум. Підпис Дата

4.3 Розрахунок виробничої площі ділянки

По призначенню площі ділянок машинобудівного виробництва поділяються на виробничі, допоміжні і службово-побутові.

Важливе значення при проектуванні ділянки є правильний вибір способу і належна організація збору і переробки стружки. Виходячи з маси стружки на ділянці і враховуючи те, що стружка на ділянці однорідна стружка збирається в бункери. Бункери обладнані подвійним дном для часткового очищення стружки від масел і емульсій.

Виробнича площа ділянки по визначається по питомій площі, яка приходить на одиницю обладнання і приймається для легких верстатів 12...14 м², для середніх– 18...21 м². Крім того, в склад виробничої площі ділянки включається площа для слюсарних верстатів (1,5 м²) і площа контрольного пункту 4 м².

Результати розрахунку площ оформляються у вигляді таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Відомість площ ділянки

№ п/п	Назва відділення	Площа, м ²
1	Механічне	1000
2	ІРК	80
3	Комора інструментального оснащення	50
4	Комора пристроїв	43
5	Контрольне відділення	35
6	Цехова ремонтна база	80
7	Склад заготовок	60
8	Склад масел	20
Всього		1430

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
-----	------	----------	--------	------	-------------------------	------

4.4 Розробка технологічного планування дільниці

Дільниця механічної обробки корпусу розміщується в корпусі з повним каркасом, скомпонованому з уніфікованих типових секцій з розмірами в плані 72×72 м.

Кількість елементів колісного транспорту:

$$E = \frac{Q_{\text{чорн}} \cdot T}{2 \cdot Q_k \cdot k_l \cdot F_d \cdot 60};$$

де Q_k - річний вантажообіг дільниці, т;

k_l - коефіцієнт нерівномірності виконання рейсів;

T - загальний час пробігу одиниці транспортного засобу, хвилин;

Q_e - вантажопідйомність транспортного засобу.

$$E = \frac{2000 \cdot 0,25 \cdot 1,96}{2 \cdot 2,2 \cdot 0,8 \cdot 3810 \cdot 60} = 1,44;$$

Приймаємо два електрокари з непідйомною платформою і один електронавантажувач вантажопідйомністю 1 т.

Для переміщення деталей між позиціями обробки використовується підвісний ланцюговий підвісний конвеєр з вантажопідйомністю однієї каретки 250 кг і швидкістю транспортування 10 м/хв.

План розміщення обладнання на дільниці розробляється:

- забезпечення розміщення всього технологічного і підйомно-транспортного обладнання;
- визначення остаточних розмірів потрібних площ на основі розташування всього обладнання, робочих місць;
- одержання уточнених даних для видачі завдань на проектування документації.

Обладнання на дільниці розміщується послідовно по ходу ТП вздовж прольоту в один ряд вздовж проїзду. Координатні осі будівлі на плані співпадають з позначеннями, прийнятими на компоновочному плані.

					012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Відстань між верстатами – 900 мм, від проїзду до фронтальної сторони верстата – 1500 мм, від стін, колон до тильної сторони верстата – 700 мм.

Все технологічне обладнання позначено наскрізною порядковою нумерацією, яка ведеться послідовно зліва направо. До плану розміщення обладнання на дільниці додається поперечний розріз прольоту промислової будівлі.

						012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			

РОЗДІЛ 5
ОХОРОНА ПРАЦІ

На усіх машинобудівних підприємствах при обробці металу різанням маса металевої стружки складає до 10 % оброблюваної деталі. При цьому за зміну біля кожного верстату накопичується багато стружки, яку необхідно своєчасно прибирати для нормального функціонування виробництва. Ручне прибирання стружки є найбільш трудомістким і підвищеним джерелом травматизму, тому на проєктованій дільниці для виводу і транспортування стружки по цеху використовують механічні малогабаритні транспортери. В спеціально відведеній дільниці цеху стружку очищають від ЗОР шляхом промивання і брикетують на спеціальному обладнанні.

Всю стружку з врахуванням об'ємної маси, застосування транспортних засобів поділяють:

- чавунна елементна стружка різного січення з великою густиною та доброю транспортабельністю;
- стальна елементна стружка, яка являє собою шматки знятого металу, майже не звивається, володіє доброю транспортабельністю;
- стальна елементна стружка, конкоподібна, сильно загартована, володіє доброю транспортабельністю;
- стальна спіральна стружка, яка має форму гнучого прута, або тугої пружини різної довжини.

За ГОСТ 2787-95 металічну стружку поділяють на групи: Стальна стружка повинна розфасовуватись по видах, групах та марках.

1. Вуглецева стружка не повинна містити домішок легованої, кольорової та чавунної.
2. Легована стружка не повинна містити домішок вуглецевої.
3. Групи легованої стружки не повинні містити матеріалів, які не відносяться за хімічним складом до даної групи.

						012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			

4. Стружка повинна відповідати вимогам ГОСТ 2787-95 по всім параметрам.

При проектуванні нових і реконструкції старих діляниць необхідно групувати верстати по марках оброблюваного матеріалу

В новій проєктованій ділянці, яка відноситься до 3 групи, стружка відповідає ГОСТ 2787-95, так як оброблюються деталі з одного матеріалу. Для транспортування стружки використовується одногвинтовий конвеєр (рисунок 5.1).

Технічні характеристики:

Продуктивність N, т/год	4
Потужність P, кВт	5,5
Довжина L, м	6
Крок гвинта t, мм	100
Діаметр гвинта D, мм	200
Частота обертів гвинта n, об/хв	20
Ширина жолоба B, мм	450
Кут підйому маси α , °	15.

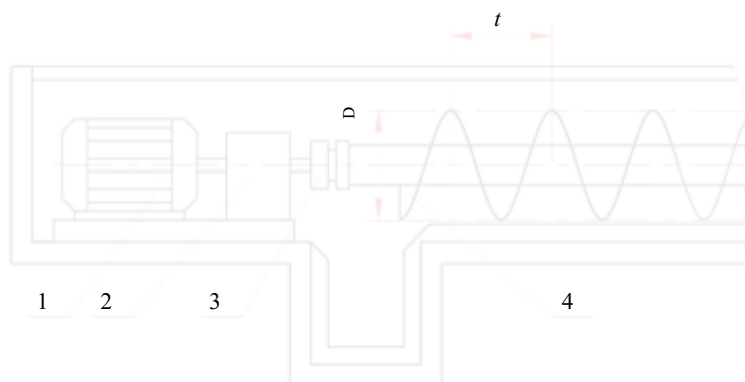


Рисунок 5.1 – Одногвинтовий конвеєр:
1 – двигун, 2 – редуктор, 3 – муфта, 4 – черв’як.

										012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата							

5.1 Дія вібрації на організм людини і розробка заходів для зниження вібрації відповідного обладнання

Вібрація серед усіх видів механічних впливів для технічних об'єктів найбільш дуже небезпечна. Знакомінні напруження, що викликані вібрацією сприяють накопиченню пошкоджень у матеріалах, появі тріщин та руйнуванню.

При дії вібрації на організм людини, вона викликає порушення функціонального та фізіологічного стану людини. Стійкі шкідливі фізіологічні зміни називають вібраційною хворобою. При вібраційній хворобі виникають патологічні зміни кісткових тканин та суглобів, спинного мозку, серцево-судинної системи, змінюється капілярний кровообіг.

Негативні відчуття від вібрації виникають при прискореннях, що складають 50% прискорення сили ваги. Особливо шкідливі вібрації з частотами, близькими до частоти власних коливань тіла людини.

Вібрації, що впливають на операторів різних машин, поділяються на категорії згідно ГОСТ 12.1.012-90.

Розрахуємо параметри віброізолятора для технологічної машини, яка здійснює 300 робочих циклів за хвилину, має масу 4000 кг. і встановлена на 4-х опорах. Коефіцієнт передачі $KП = 1,0$.

1. Розрахунок гумових віброізоляторів.

Визначаємо частоту робочих циклів агрегата:

$$f = \frac{300}{60} = 5,0 \text{ Гц}$$

Знаходимо власну частоту коливань системи:

$$f_{0 \max} = \frac{5,0}{3} = 1,667 \text{ Гц}$$

$$f_{0 \min} = \frac{5,0}{4} = 1,25 \text{ Гц}$$

Приймаємо $f_0 = 1,5 \text{ Гц}$.

								012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

Необхідну статична осадка системи:

$$x_{CT} = 2 \text{ CM}$$

Визначаємо необхідну висоту гумових віброізоляторів:

$$h = \frac{2 \cdot 10^{-2} \cdot 1,5 \cdot 10^7}{4 \cdot 10^6} = 0,081 \text{ M}$$

Визначаємо площу одного віброізолятора:

$$S = \frac{4000 \cdot 9,8}{4 \cdot 10^6 \cdot 4} = 6,39 \cdot 10^{-4} \text{ M}^2$$

5.2 Номенклатура і необхідна кількість засобів гасіння пожежі на заводі

Система протипожежного захисту – це велика сукупність організаційних заходів, а також технічних засобів, які спрямовані на запобігання впливу на людей небезпечних факторів.

Важливим компонентом системи протипожежного захисту є система пожежегасіння. Вона включає в себе автоматичні датчики протипожежної сигналізації, які встановлюються в місцях виникнення пожежі – на дільницях зварювання, термічної обробки та інших приміщеннях з підвищеною температурою, а також в складських приміщеннях,

Для боротьби з пожежею передбачено 8 пожежних кранів, обладнаних пожежними рукавами і підключених до заводської системи подачі технічної води. Щити розміщуються в місцях входу – виходу із дільниці.

Для боротьби з вогнем, який виникає на електроустаткуванні, передбачено використання ручних вуглекислотних вогнегасників типу ОУ-2 та ОУ-5 в кількості 2-4 шт. на дільницю. Також передбачено розміщення в цеху двох пересувних вуглекислотних вогнегасників типу УП-2М.

						012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Прийняті наукові та інженерні рішення дозволили спроектувати дільницю механічної обробки корпуса і добитися суттєвого покращення окремих показників ТП.

Прийняті рішення забезпечили можливість концентрації обробки, організацію багатостанкового обслуговування, мобільність виробництва.

Завдяки застосуванню САПР ТП дозволило синтезувати оптимальний технологічний маршрут механічної обробки.

Розроблені конструкції спеціальних верстатних пристроїв та пристрою для пресування дали змогу підвищити якість виготовлення деталей.

Розглянуто ряд питань охорони праці для забезпечення безпечних умов роботи персоналу і суттєвого їх покращення, також розраховано запобіжний пристрій для відмінної роботи обладнання дільниці.

						012В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			

Схожість

Джерела з Інтернету

200

5	http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/37102/1/Dyplom_%20Kulba_%d0%86_2021.pdf	2.89%
7	https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/31319/2/dyplom_Mykhalskyi_Ye_2019.pdf	1.87%
9	https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/31322/2/dyplom_Matsyk_I_2019.pdf	1.79%
10	https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/31318/2/dyplom_Ivashkiv_A_2019.pdf	3 джерела 1.62%
12	https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/31331/2/dyplom_Radchenko_A_2019.pdf	1.56%
16	https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/33979/1/Dyplom_Pivtorak_O_2020.pdf	1.11%
18	http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/30013/10/dyplom_Pelukh_I_2020.pdf	4 джерела 1.08%
21	http://www.referatu.net.ua/referats/7569/172986	5 джерел 0.99%
23	http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/36388/1/%d0%9a%d0%b2%d0%b0%d0%bb%d1%96%d1%84%d1%96%d0%ba	2 джерела 0.98%
24	https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/29606/12/dyplom_Korolyshyn_Yu_2019.pdf	0.94%
26	https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/36389/1/%d0%9a%d0%b2%d0%b0%d0%bb%d1%96%d1%84%d1%96%d0%ba	2 джерела 0.93%
27	https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/33978/1/Dyplom_Katashynskyi_V_2020.pdf	0.91%
28	http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/29999/10/dyplom_Demianchuk_T_2020.pdf	3 джерела 0.88%
29	https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/30011/2/Protsyshyn_DRM.pdf	0.85%
32	http://elar.khmu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/12318/1/%d0%90%d0%bd%d1%82%d0%be%d0%bd%d0%be%d0	5 джерел 0.79%
33	https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/31324/2/dyplom_Borysyak_V_2019.pdf	0.76%
34	https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/5860/1/%d0%a5%d0%be%d1%80%d0%be%d0%bb%d1%8c%d1%81%d1%8c...	0.68%
35	https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/35670/1/Dyplom_%20Kubas%20_S_2021.pdf	2 джерела 0.65%
40	https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/31257/2/dyplom_Prystazh_I_2019.pdf	0.6%
45	http://elar.khnu.km.ua/bitstream/123456789/11322/1/%d0%97%d0%b0%d0%bf%d0%b8%d1%81%d0%ba%d0%b0.pdf	2 джерела 0.49%

46	https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/29607/13/dyplom_Kachaluba_T_2019.pdf	0.47%
50	https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/33961/1/Dyplom_Bugaychuk_V_2020.pdf	0.41%
52	https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/31333/2/dyplom_Mizyuk_V_2019.pdf	30 джерел 0.39%
53	https://helpiks.org/8-98244.html	0.37%
57	https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/29710/1/%d0%90%d0%b2%d1%82%d0%be%d1%80%d0%b5%d1%84%d0%b5	14 джерел 0.33%
58	http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/30010/2/Kyrnitskyi_DRM.pdf	2 джерела 0.32%
60	https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/38094/1/Kvalifikatsiina_robota_Zelinskyi_MTs-41_2022.pdf	3 джерела 0.28%
62	http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/35370/2/Kvalifikatsiina_robota_Kytskai_MTzs-41_2021.pdf	2 джерела 0.24%
65	http://elar.khmnu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/12978/1/%d0%bf%d0%bb%d1%8e%d1%82%d0%b0.pdf	0.23%
66	https://ua-referat.com/%D0%92%D0%BC%D1%96%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%96%D...	0.21%
68	https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/31606/1/Prykhodko_bakalavr.pdf	0.2%
75	https://vsip.info/libro-geometria-analitica-pdf-free.html	30 джерел 0.18%
76	https://acgroups.com.ua/7551	0.17%
77	https://files.duit.edu.ua/uploads/fuzt/qualification-works/2020/derevyanko-i-m.pdf	0.16%
80	https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/33990/1/Dyplom_Fyk_Y_2020.pdf	0.15%
82	https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/33991/1/Dyplom_Tkach_S_2020.pdf	0.13%
88	https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/31312/2/dyplom_Magilda_M_2019.pdf	0.11%
89	https://gendocs.ru/v21702/%D0%B4%D0%B8%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%BC_%D0%B2%D0%B8%D0%BC%D0%B0	9 джерел 0.11%
91	https://ronl.org/kontrolnyye-raboty/promyshlennost-proizvodstvo/835830	10 джерел 0.11%
92	http://samzan.ru/65691	0.11%
94	https://ela.kpi.ua/handle/123456789/46907	0.11%
95	https://infopedia.su/9x8799.html	2 джерела 0.11%

96	https://conferences.vntu.edu.ua/public/files/1/fmt_2018_netpub.pdf	3 джерела	0.11%
99	https://books.ldubgd.edu.ua/index.php/m/catalog/download/13/3/28-1?inline=1	3 джерела	0.1%
101	https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/38556/1/Dyplom_Maykut_V_2022.pdf	2 джерела	0.1%
107	https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/90822		0.09%
108	https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/79130	6 джерел	0.09%
110	http://referrats.ru/19692-.html		0.09%
112	http://repositc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/3701/1/Zbirn_%d0%ba%d0%be%d0%bd%d1%84_%d0%9f%d0%91_%d1%...		0.09%
113	https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/80672/1/lvchenko_bak_rob.pdf		0.09%
114	http://www.dgma.donetsk.ua/docs/kafedry/ptm/2020/%D0%9C%D0%92%20%D0%A1%D0%9F%D0%A2%D0%9C%20%	2 джерела	0.09%
115	https://ela.kpi.ua/handle/123456789/29984		0.09%
116	http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/38557/1/Dyplom_Prykazyuk_V_2022.pdf	2 джерела	0.09%
117	https://ela.kpi.ua/handle/123456789/54000	4 джерела	0.09%
118	https://stt-pln.e-journal.id/energi/article/view/586		0.09%
121	https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/42698/1/Rudenko_bakalavr.pdf	11 джерел	0.09%
122	https://ela.kpi.ua/handle/123456789/53836		0.09%
123	http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/31259/2/dyplom_Sorokovnin_N_2019.pdf	2 джерела	0.09%
125	https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/24031/1/aref.pdf		0.09%
126	https://studbaza.blogspot.com/2017/11	3 джерела	0.09%

Джерела з Бібліотеки

437

1	External file	ID файлу: EF-100000011821	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University	20 джерела	6.75%
2	External file	ID файлу: EF-100000011741	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University	16 джерела	4.82%
3	External file	ID файлу: EF-100000011731	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University	6 джерела	4.53%

4	External file	ID файлу: EF-10000066731	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University		3.6%
6	External file	ID файлу: EF-10000011814	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University		2.26%
8	External file	ID файлу: EF-10000066727	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University		1.79%
11	Студентська робота	ID файлу: 1008171063	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University		1.61%
13	External file	ID файлу: EF-10000066734	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University		1.39%
14	Студентська робота	ID файлу: 1015197248	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University	3 Джерело	1.3%
15	Студентська робота	ID файлу: 1008297336	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University		1.23%
17	Студентська робота	ID файлу: 1012648730	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University		1.09%
19	Студентська робота	ID файлу: 53122	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University	35 Джерело	1.07%
20	Студентська робота	ID файлу: 1114922	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University		1.06%
22	Студентська робота	ID файлу: 1015223728	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University	15 Джерело	0.99%
25	External file	ID файлу: EF-10000011794	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University	17 Джерело	0.93%
30	Студентська робота	ID файлу: 1008354363	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University		0.81%
31	Студентська робота	ID файлу: 1015089112	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University		0.8%
36	Студентська робота	ID файлу: 1012649521	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University		0.65%
37	Студентська робота	ID файлу: 1124820	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University	9 Джерело	0.63%
38	External file	ID файлу: EF-10000011857	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University	4 Джерело	0.61%
39	Студентська робота	ID файлу: 3639532	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University	2 Джерело	0.61%
41	Студентська робота	ID файлу: 1015100445	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University		0.59%
42	Студентська робота	ID файлу: 1015144512	Навчальний заклад: National University of Life and Envir	3 Джерело	0.57%
43	External file	ID файлу: EF-10000011868	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University	2 Джерело	0.49%
44	External file	ID файлу: EF-10000011750	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University		0.49%

47	External file	ID файлу: EF-100000011796	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University	0.46%
48	External file	ID файлу: EF-100000011811	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University	0.46%
49	Студентська робота	ID файлу: 1014976958	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University	0.42%
51	External file	ID файлу: EF-100000011824	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University	0.4%
54	Студентська робота	ID файлу: 1008050927	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University	0.37%
55	Студентська робота	ID файлу: 1014976955	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University	0.34%
56	Студентська робота	ID файлу: 1000056295	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University 2 Джерело	0.33%
59	Студентська робота	ID файлу: 54459	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University 5 Джерело	0.3%
61	Студентська робота	ID файлу: 3642265	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University	0.25%
63	Студентська робота	ID файлу: 1005724000	Навчальний заклад: National Aviation University	0.23%
64	Студентська робота	ID файлу: 3630076	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University	0.23%
67	Студентська робота	ID файлу: 1014976952	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University	0.2%
69	External file	ID файлу: EF-100000065931	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University 31 Джерело	0.18%
70	External file	ID файлу: EF-100000100555	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University 45 Джерело	0.18%
71	External file	ID файлу: EF-100000066971	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University 2 Джерело	0.18%
72	External file	ID файлу: EF-100000013168	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University 2 Джерело	0.18%
73	Студентська робота	ID файлу: 1004017695	Навчальний заклад: National University of Life and Environmenta...	0.18%
74	Студентська робота	ID файлу: 1000036808	Навчальний заклад: National University of Water Manage 2 Джерело	0.18%
78	Студентська робота	ID файлу: 6050309	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University	0.16%
79	Студентська робота	ID файлу: 1012974926	Навчальний заклад: Poltava National Technical Yuri Kon 18 Джерело	0.15%
81	External file	ID файлу: EF-100000066729	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University	0.14%
83	Студентська робота	ID файлу: 1008281290	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University	0.13%

84	Студентська робота	ID файлу: 1009517548	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University	0.13%
85	Студентська робота	ID файлу: 12269273	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University	0.13%
86	Студентська робота	ID файлу: 1005777940	Навчальний заклад: Donetsk National Technical University	0.11%
87	Студентська робота	ID файлу: 6092095	Навчальний заклад: National Technical University of Ukraine 15 Джерело	0.11%
90	Студентська робота	ID файлу: 1000091005	Навчальний заклад: National University of Life and Environ 17 Джерело	0.11%
93	Студентська робота	ID файлу: 1000025513	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University 72 Джерело	0.11%
97	Студентська робота	ID файлу: 1009581036	Навчальний заклад: Zaporizhzhya National University	0.1%
98	Студентська робота	ID файлу: 1009717024	Навчальний заклад: Poltava National Technical Yuri Kondratyuk U...	0.1%
100	Студентська робота	ID файлу: 1000783828	Навчальний заклад: National Technical University of Ukraine 4 Джерело	0.1%
102	External file	ID файлу: EF-100000066742	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University	0.1%
103	Студентська робота	ID файлу: 1000066021	Навчальний заклад: National Technical University of Ukraine "Kyiv..."	0.1%
104	Студентська робота	ID файлу: 1008090832	Навчальний заклад: Lutsk National Technical University	0.1%
105	Студентська робота	ID файлу: 1000776915	Навчальний заклад: Poltava National Technical Yuri Kondratyuk U...	0.09%
106	Студентська робота	ID файлу: 1000704840	Навчальний заклад: Lviv Polytechnic National University 9 Джерело	0.09%
109	Студентська робота	ID файлу: 5699599	Навчальний заклад: National Technical University of Ukraine 2 Джерело	0.09%
111	Студентська робота	ID файлу: 1011508548	Навчальний заклад: National Technical University of Ukraine 2 Джерело	0.09%
119	Студентська робота	ID файлу: 1005788094	Навчальний заклад: Yuriy Fedkovych Chernivtsi National 21 Джерело	0.09%
120	Студентська робота	ID файлу: 1000073982	Навчальний заклад: National Technical University of Ukraine 11 Джерело	0.09%
124	Студентська робота	ID файлу: 1000794703	Навчальний заклад: National Technical University of Ukraine 8 Джерело	0.09%
127	Студентська робота	ID файлу: 5897450	Навчальний заклад: National Technical University of Ukraine "Kyiv Po..."	0.09%