

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 ділянки з розробкою
технологічного процесу механічної обробки деталі
корпусу КПВ 20.29.803**

спеціальність 131 Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Прикладна механіка»

(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти

Групи: ІМс-21

Шпиняк Андрій Юрійович

(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

Шпуняку Андрію Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи *Проектування ділянки з розробкою технологічного процесу механічної обробки деталі корпусу КПВ 20.29.803*

Керівник роботи: *Повстяной Олександр Юрійович, д.т.н., професор кафедри ПМ та М*
затверджені 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 – 50000 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 –

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) _____

(Шпиняк А.Ю.)
(прізвище, ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис) _____

(Повстяной О.Ю.)
(прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Шпиняк А.Ю. Проектування дільниці з розробкою технологічного процесу механічної обробки деталі корпусу КПВ 20.29.803. 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 з розробкою технологічного процесу механічної обробки деталі корпусу КПВ 20.29.803” розроблено дільницю по виготовленню корпусу з детальною розробкою його технологічного процесу.

У пояснювальній записці розроблено технологічний процес виготовлення корпусу КПВ 20.29.803, розроблено конструкції верстатного та контрольного пристрою, розроблено дільницю по виготовленню даного корпусу.

Виконаний розділ з охорони праці. Обґрунтування актуальності вирішення питань охорони праці.

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

ANNOTATION

Shpynyak A.Yu. Design of the site with the development of the technological process of mechanical processing of the part of the housing of the KPV 20.29.803. 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: "Design of the site with the development of the technological process of the mechanical processing of the part of the case of KPV 20.29.803" a section for the manufacture of the body was developed with a detailed development of its technological process.

In the explanatory note, the manufacturing process of the KPV 20.29.803 housing was developed, the designs of the machine tool and control device were developed, and the division for the production of this housing was developed.

Completed section on labor protection. Justification of the relevance of solving labor protection issues.

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

ВСТУП

На сучасному етапі розвитку машинобудування є однією з найперспективніших галузей економіки України. Показники діяльності машинобудування є головним для визначення рівня економічного розвитку країни.

Машинобудування — це одна з важливих галузей виробництва, яка значно впливає на продуктивність, розвиток, ефективність у всіх сферах діяльності: промисловості й будівництві, сільському господарстві та транспорті, медицині та обслуговуванні тощо. Розвиток машинобудування забезпечує рентабельність і конкурентоздатність більшості товарів, це сприяє зростанню інтелектуального та матеріального рівня людей, соціальний та правовий захист, розвиток економіки як окремих громад, так і держави.

Машинобудування — це система спільних, пов'язаних між собою галузей, що виготовляють машини і обладнання, чим забезпечують технічне переоснащення господарства, задовольняють попит населення на апарати та прилади, створюють економічний та оборонний потенціал України.

Дуже важливим є внесок машинобудування в прискорення темпів науково-технічних розробок, економічного розвитку та підвищення розвитку праці за рахунок технічного прогресу в самій галузі, за рахунок забезпечення галузей господарства найновішими пристроями.

Машинобудування це – конструкція, технологія і експлуатація.

У зв'язку з виробництвом нових абразивних матеріалів стало можливо їх подальше використання в механічних процесах.

У масовому та серійному виробництві устаткування механічних дільниць – це багатоінструментальні та багатопозиційні напівавтомати, які оснащені швидкодіючими пристроями і із спеціальних верстатів.

РОЗДІЛ 1

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Марка	Міцність, <i>кг / мм²</i>		Прогин <i>l, мм</i>		НВ
	При розтягуванні	При згині	600	300	
СЧ20 ГОСТ 1412-85	20	36	8	2,5	170 ÷ 229

В цілому технічні вимоги на кресленнях деталі та вузла призначені вірно. Недоліком є: знижена точність і шорсткість двох отворів Ø8 (точність – VII 14, шорсткість – 12,5 мкм), які призначені для точного центрування.

Тому ці отвори необхідно обробляти по 7–8 квалітету точності і з шорсткістю $R_a=0,63-1,25$.

1.2 Вибір способу отримання заготовки

При виборі способу отримання заготовки визначають розміри, вид, масу, матеріал заготовки, програму випуску деталей, необхідну точність та шорсткість, якість її поверхні. Крім цього звертається увага на час, який буде відведений на технологічну підготовку виробництва та на наявність відповідного технологічного обладнання.

Заготовку даної деталі можна отримати такими методами [3]:

- 1) литвом у піщані форми;
- 2) литвом у оболонкові форми;
- 3) литвом у кокіль.

Загальні вихідні дані:

- матеріал СЧ20 ГОСТ 1412-85;
- маса деталі – 3,63 кг;
- річна програма – 50000 шт;

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- тип виробництва – великосерійний.

Всі інші дані зводимо у таблицю 1.3.

Таблиця 1.3 – Вибір методу отримання заготовок

№	Назва показників	Литво у піщані форми	Литво в оболонкові форми	Литво у кокіль
1	Клас точності	II	I	I
2	Група серійності	3	3	3
3	Група складності	I	I	I
4	Вартість 1 т заготовок $S_{\text{грн./т}}$	286	312	331
5	Вартість 1 т стружки $S_{\text{від грн./т}}$	24	24	24
6	Маса заготовки Q, кг	5,12	4,62	4,05

Вибір способу отримання заготовки проводимо за [4].

Вартість заготовки визначається за формулою:

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{S}{1000} \cdot Q \cdot K_t \cdot K_c \cdot K_{mc} \cdot K_{шр} \cdot K_b \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{відн}}}{1000},$$

де q – маса деталі, кг;

$K_t, K_c, K_{mc}, K_{шр}, K_b$ - коефіцієнти, які залежать відповідно від класу точності, групи складності, маси, марки матеріалу і об'єму виробництва.

$$S_{\text{заг.1}} = \left(\frac{286}{1000} \cdot 5,12 \cdot 1,05 \cdot 0,7 \cdot 0,91 \cdot 1,04 \cdot 1 \right) - (5,12 - 3,63) \cdot \frac{24}{1000} = 0,983 \text{ грн}$$

$$S_{\text{заг.2}} = \left(\frac{312}{1000} \cdot 4,62 \cdot 1,1 \cdot 0,7 \cdot 0,91 \cdot 1,04 \cdot 1 \right) - (4,62 - 3,63) \cdot \frac{24}{1000} = 1,027 \text{ грн}$$

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{\text{заг.3}} = \left(\frac{331}{1000} \cdot 4,05 \cdot 1,1 \cdot 0,7 \cdot 0,91 \cdot 1,04 \cdot 1 \right) - \\ - (4,05 - 3,63) \cdot \frac{24}{1000} = 0,967 \text{ грн}$$

Вибираємо литво у кокіль – це найдешевший спосіб отримання заготовки.

Економічний ефект у перерахунку на річну норму складає:

а) варіант 3 у порівнянні з варіантом 1:

$$\Delta S = (S_{\text{заг.1}} - S_{\text{заг.2}}) \cdot N = (0,983 - 0,967) \cdot 50000 = 800 \text{ грн.}$$

б) варіант 3 у порівнянні з варіантом 2:

$$\Delta S = (S_{\text{заг.2}} - S_{\text{заг.3}}) \cdot N = (1,027 - 0,967) \cdot 50000 = 3000 \text{ грн}$$

1.3 Вибір методу обробки поверхонь

Можливі методи оброблення поверхонь за допомогою коефіцієнтів уточнення ε_y :

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

де T_{i-1} - допуск на попереднє оброблення;

T_i - допуск на поточне оброблення.

Кількість необхідних переходів визначаємо за формулою:

$$n_i = \frac{t\varepsilon_{yi}}{0.46},$$

Всі розрахунки зводимо до таблиці 2.4.

На поверхні, які не вказані в таблиці 1.1. призначаємо одноразове оброблення.

Високі показники ґрунтується на використанні основних напрямів технології й організації виробництва у машинобудуванні.

На кожній операції вибираємо ріжучий інструмент, який забезпечує високу продуктивність, точність і якість оброблюваних поверхонь.

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вимірювальний інструмент вибираємо в залежності від вимірювальної поверхні та необхідної точності.

Вид одержання заготовки залежить від конфігурації, кількості, матеріалу заданим кресленням деталі.

1.4 Визначення типу, організаційної форми виробництва

Тип виробництва рахується за рівнем спеціалізації робочих місць, переліком об'єктів виробництва, формою переміщення виробів. Рівень спеціалізації робочих місць визначається коефіцієнтом закріплення операцій $K_{з.о}$ – кількість різних операцій, що виконуються на одному робочому місці протягом місяця.

Згідно з ГОСТ 3.1121-84 коефіцієнт закріплення операцій для групи робочих місць визначається за формулою:

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

де K_o – загальна кількість операцій, закріплених за робочим місцем;

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

O_i – кількість операцій, закріплених за одним робочим місцем;

C_p – кількість одиниць технолог. обладнання;

$$O_i = \eta_{zn} / \eta_{zf},$$

де η_{zn} – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання;

η_{zf} – коефіцієнт фактичного завантаження обладнання.

$$\eta_{zf} = C_p / C_{п},$$

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

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

де N – річна програма випуску

$T_{шт}$ – штучний час

F_g – річний фонд часу [1]

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{шт} = \varphi_{ж} \cdot T_o,$$

де T_o – основний час оброблення по операціях [2];

$\varphi_{ж}$ - коефіцієнт [2].

Основний час T_o визначаємо укрупнено згідно з додатком 2 [6], приймаємо:

а) фрезерування торцевою фрезою:

$$T_o = 0,00591;$$

б) шліфування плоске, торцем круга:

$$T_o = 0,00151;$$

в) розточування чорнове:

$$T_o = 0,000134D1;$$

г) розточування чистове:

$$T_o = 0,000180D1;$$

д) розточування тонке:

$$T_o = 0,000215D1;$$

е) підрізування торця чорнове:

$$T_o = 0,000224D^2;$$

є) свердління отворів до $\varnothing 20$:

$$T_o = 0,00056D1;$$

м) розсвердлювання отворів:

$$T_o = 0,000423D1;$$

з) зенкування фасок:

$$T_o = 0,00021D1;$$

і) нарізування різі мітчиком:

$$T_o = 0,000319D1.$$

Значення коефіцієнту φ приймаємо з додатку 3 [6].

Дані для розрахунку $T_{шт}$ зводимо в таблиці 1.4.

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Прод. таблиці 2.1

<i>035 Токарно-гвинторізна</i>						
1. Розточити отво. 11	0,26					
2. Розточити отв 12 начорно	0,07					
3. Те ж, начисто	0,08					
4. Розточити фаску 13	0,01					
5. Підрізати торець 14	0,17					
6. Підрізати торець 15	0,05					
Разом по операції 035	0,64	1,37	0,33	1	0,33	2,57
<i>040 Токарно-гвинторізна</i>						
1. Розточити отвір 16	0,15					
2. Підрізати торець 14	0,06					
3. Підрізати торець 15	0,05					
Разом по операції 040	0,26	0,56	0,14	1	0,14	6,28
<i>045 Токарно-гвинторізна</i>						
1. Розточити отвір 17	0,11					
2. Підрізати торець 18	0,07					
Разом по операції 045	0,18	0,39	0,09	1	0,09	8,99
<i>050 Токарно-гвинторізна</i>						
1. Розточити отвір 19	0,16					
2. Підрізати торець 18	0,14					
Разом по операції 050	0,30	0,65	0,16	1	0,16	5,40
<i>055 Вертикально-свердлильна</i>						
1. Свердлити 4 отв. 19	0,45					
2. Зенкувати 4 фаски 20	0,04					
3. Нарізати різьбу 21	0,20					
Разом по операції 055	0,69	1,19	0,27	1	0,27	2,96

					<i>002В-23.00.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Попередньо визначаємо розмір партії запуску P_o . Добове завдання дорівнює:

$$P_d = \frac{N}{\Phi_{д.дн}},$$

де $\Phi_{д.дн}$ - дійсний фонд часу у днях, 254 дня

$$P_d = \frac{50000}{254} = 197 \text{ деталей.}$$

$$\text{Тоді } P_o = P_d \cdot a,$$

де a – періодичність запуску партії у днях

$$P_o = 197 \cdot 3 = 591 \text{ деталь.}$$

Знаходимо кількість змін Z_o , необхідних для оброблення партії деталей:

$$Z_o = \frac{T_{шт.сер} \cdot P_o}{F_{доб.хв} \cdot \eta_{д.надм}},$$

де $F_{доб.хв.}$ – добовий фонд часу обладнання в одну зміну, хв.

$$Z_o = \frac{1,667 \cdot 591}{476 \cdot 0,85} = 2,43 \approx 3 \text{ зміни.}$$

Фактична кількість деталей у партії:

$$P_\phi = \frac{F_{доб.хв} \cdot P_{д.норм}}{T_{шт.сер}} \cdot Z = \frac{476 \cdot 0,85}{1,667} \cdot 3 = 728,13 ;$$

Визначимо тах випуску продукції

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

Потокова форма визначається особливістю робочого місця на виконання певної операції, узгодженням цих операцій ТП на основі максимального випуску і розміщення робочих місць, яка відповідає ТП.

Далі попередньо виконуємо розрахунок потокової форми організації виробництва при застосуванні однономанітної потокової лінії – перевіряємо можливість завантаження обладнання потокової лінії менше, ніж на 0%.

Добова програма:

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

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де D – кількість робочих днів в році.

Добова продуктивність:

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

де V – кількість операцій ТП;

F_e – факт. часу добової роботи обладнання;

$D_{3л}$ – коефіцієнт використання обладнання лінії

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

Звідси, $N_g \geq Qq$ – потокова організаційна форма виробництва.

1.5 Висновки та задачі на ВР

Проведений аналіз службового призначення вузла і деталі дає можливість зробити наступні висновки: конструкція корпусу редуктора достатньо проста і дозволяє експлуатаційні вимоги щодо роботи його редукторів:

- ТУ до вузла і деталі забезпечують необхідну точність і надійність роботи;
- ТП механічного обробки корпусу потребує вдосконалення для забезпечення виконання заданої річної програми випуску виробів.

Основні задачі випускної роботи:

1. Необхідно розробити оптимальну структуру ТП.
2. Спроекувати верстатні пристрої та технологічне оснащення ТП.
3. Спроекувати технологічні налагодження основних операцій механічного оброблення.
4. Виконати технологічні планування дільниці механообробки.
5. Розробити та впровадити заходи з охорони праці.

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Аналіз технологічності конструкції деталі

Метод аналізу конструкції деталі на технологічність – це виявлення недоліків по всіх даних, які наявні на кресленні деталі і в ТУ, а також здійснити можливе їх вдосконалення. Основним завданням при проведенні аналізу і відпрацюванні конструкції на технологічність – це зменшення трудомісткості і металоємкості, можливості оброблення деталі сучасними методами. Крім цього чим менша собівартість виготовлення виробу, тим більше він є технологічним. Види і показники технологічності конструкції приведені в ГОСТ 14.205-83, суть яких полягає у широкому використанні уніфікованих складальних одиниць, стандартизованих та нормалізованих деталей і їх елементів, мінімальної кількості оригінальних деталей тощо.

Оцінка технологічності конструкції є: якісна і кількісна. Якісна - технологічність деталі узагальнено на підставі досліду виконавця і проводиться на всіх стадіях проектування. Кількісна оцінка - згідно рекомендацій ГОСТ 14.201-83 за певними коефіцієнтами.

Якісні показники.

Переваги конструкції деталі:

- деталь має правильну геометричну форму, це полегшує її базування в процесі оброблення, а також полегшує процес отримання заготовки;
- її форма і розміри мають відповідати службовому призначенню деталі, фізично-хімічні та механічні властивості матеріалу деталі,;
- точність та шорсткість деталі забезпечують можливість застосування типового ТП її виготовлення.

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Ш_{cp.} = \frac{0,63 \cdot 2 + 1,25 \cdot 1 + 2,5 \cdot 2 + 6,3 \cdot 16}{21} = 5,16 ;$$

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{5,16} = 0,81 .$$

$K_{ш} < K_{ш.норм} = 0,86$ – деталь технологічна за шорсткістю.

в) коефіцієнт уніфікації:

$$K_{y.} = \frac{n_{уніф}}{n_{заг}} ,$$

де $n_{уніф}$ - к-сть уніфікованих поверхонь,

$n_{заг}$ - загальна к-сть поверхонь

$$K_{y.} = \frac{18}{22} = 0,82$$

$K_{y.} < K_{y.норм} = 0,86$ – деталь нетехнологічна за уніфікацією.

г) використання матеріалу:

$$K_{в.м} = \frac{m}{M} ,$$

де m - маса деталі;

M - маса заготовки.

$$K_{в.м} = \frac{2,14}{2,96} = 0,72$$

$K_{в.м} < K_{в.м.норм} = 0,75$ – деталь не технологічна за використанням матеріалу.

Висновок: деталь є технологічною – за шорсткістю поверхонь, а нетехнологічною – за використанням матеріалу, за кількістю уніфікованих елементів.

2.2. Вибір технологічних баз

Вибір технологічних баз і послідовностей обробки поверхонь заготовки є найбільш відповідальним етапом розробки технологічного процесу будь-якої деталі, зокрема і нашого корпусу.

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Від правильного вибору технологічних баз значною мірою залежать основні технологічні фактори.

Рекомендації ГОСТ 21495-76 – це основні положення, що в основному стосуються класифікації та теорії базування.

Вихідні дані для вибору баз показані та видані у завданні.

Потрібно вибрати бази для обробки більшості поверхонь заготовки. Далі необхідно визначити технологічні бази для виконання перших операцій технологічного процесу.

При виборі технологічних баз на першій операції потрібно виходити з таких задач:

1. Встановлення потрібних зв'язків, визначають розмір і повороти одержаних в результаті обробки поверхонь відносно необроблюваних вільних поверхонь відносно необроблюваних вільних поверхонь заготовки.

2. Забезпечення рівномірного розподілення фактичного припуску на поверхнях, що обробляються.

Для технологічних баз для обробки поверхонь вибрані основні бази деталей, відносно яких визначено положення отворів, торців і верхньої площини. При цьому заготовка базується по трьом площинам – в координатний кут.

Базування покажемо на рис.2.1. та рис.2.2.

1. Обробити отвір $B_1 = 90^{+0,054}$, витримуючи допуск паралельності осі отвору B_1 відносно осі отвору B_2 0,020 мм.

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

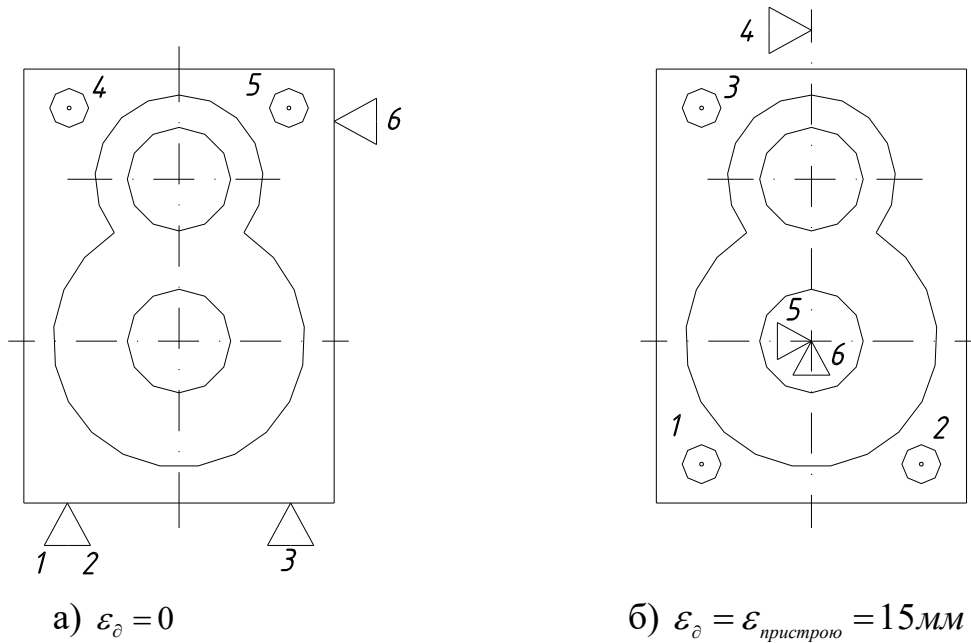


Рисунок 2.1 – Варіанти вибору баз (I схема)

2. Обробити 4 отвори $\varnothing 15$, витримуючи розмір D_1 з допуском

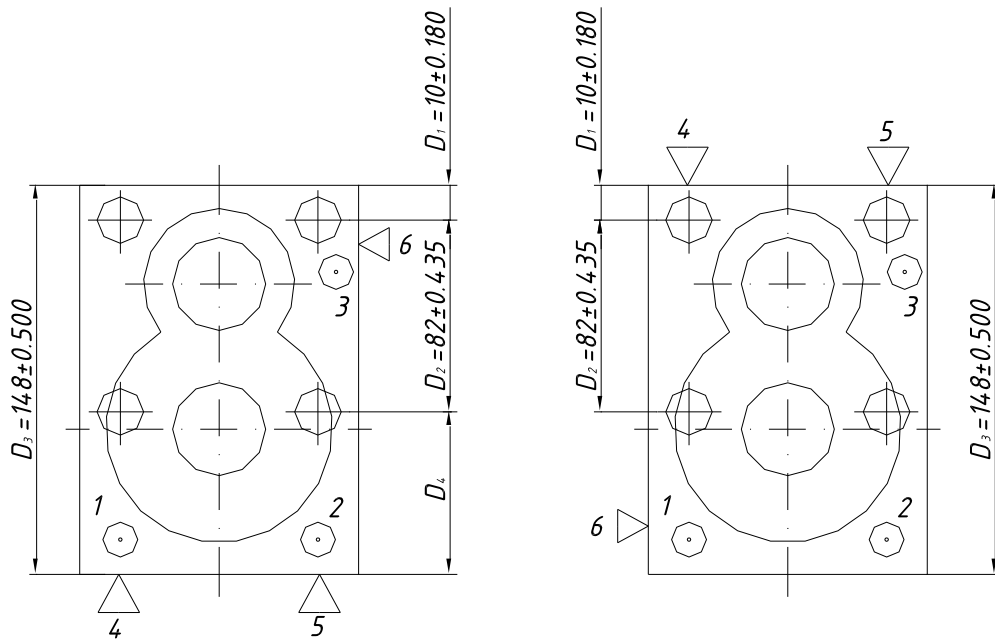


Рисунок 2.2 – Варіанти вибору баз (II схема)

Висновок – варіант базування заготовки за другим варіантом є кращим, тому що задовольняє вказаній вимозі.

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3 Визначення допусків на технологічні розміри, розрахунок основних припусків

Припуск повинен бути таким, щоб при його знятті ліквідовувались похибки обробки і дефекти поверхневого шару (висота нерівностей R_{Z-1} , глибини дефектного шару h_{Z-1} , просторові відхилення ρ_{i-1} в розташуванні оброблюємої поверхні відносно базових поверхонь заготовки, які виникають на виконуємо переході).

Для отвору $\varnothing 22$ js6 визначаємо припуски аналітичним способом - $d_{\text{ном}} = 22$ мм

Для обробки отвору передбачено такі переходи, після яких отримується задана така точність:

1. Розточування чорнове: квалітет - 12; допуск - $Td_1 = 0,40$ мм

2. Розточування чистове: квалітет - 7; допуск - $Td_2 = 0,25$ мм

3. Розточування тонке: квалітет - 6; допуск - $Td_3 = 0,013$ мм

Допуск заготовки – $Td_0 = 0,520$ мм

Верхнє відхилення заготовки – $ES_0 = 0,260$ мм

Верхнє відхилення деталі – $ES_3 = 0,0065$ мм

Висота Rz

1. Заготовка – $RZ_0 = 0.60$ мм

2. Розточування чорнове – $RZ_1 = 0,05$ мм

3. Розточування чистове – $RZ_2 = 0,02$ мм

4. Розточування тонке – $RZ_3 = 0,0025$ мм

Глибина T.

Заготовка - $T_0 = 0,400$ мм

Розточування чорнове – $T_1 = 0,05$ мм

Розточування чистове - $T_2 = 0,02$ мм

Розточування тонке – $T_3 = 0,0025$ мм

Заготовка.

Величина просторового відхилення зміщення

Допустиме відхилення координати x : $x = 0,74$ мм

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Допустиме відхилення координати y : $y = 0,0$ мм

Відхилення короблення:

$$\rho_{зм0} = \sqrt{x^2 + y^2},$$

$$\rho_{зм0} = 0,74 \text{ мм}$$

Величина просторового відхилення короблення:

$$\Delta k = 0,0007 \text{ мм} \quad l = 13 \text{ мм} \quad d = 22 \text{ мм}$$

$$\rho_{кор0} = \sqrt{(\Delta k \cdot d)^2 + (\Delta k \cdot l)^2},$$

$$\rho_{кор0} = 0,018 \text{ мм}$$

Величина сумарного просторового відхилення заготовки:

$$\rho_0 = \sqrt{(\rho_{зм0})^2 + (\rho_{кор0})^2},$$

$$\rho_0 = 0,74 \text{ мм}$$

Величина сумарного просторового відхилення після чорнового розточування:

$$\rho_1 = 0,06 \rho_0 \quad \rho_1 = 0,04 \text{ мм}$$

Загальне просторове відхилення для чистового розточування:

$$\rho_2 = 0,02 \rho_0 \quad \rho_2 = 0,003 \text{ мм}$$

Сумарне просторове відхилення після тонкого розточування:

$$\rho_3 = 0,005 \rho_0 \quad \rho_3 = 0,011 \text{ мм}$$

Похибка встановлення ε .

Похибка базування - $\varepsilon_{11} = 0$ мм.

Похибка закріплення: $\varepsilon_{12} = 0,060$ мм

Похибка пристрою – $\varepsilon_{13} = 0,050$ мм

Тоді похибка встановлення при чорновому розточуванні

$$\varepsilon_1 := \sqrt{(\varepsilon_{11})^2 + (\varepsilon_{12})^2 + (\varepsilon_{13})^2},$$

$$\varepsilon_1 = 0,078$$

Похибка встановлення після чистового розточування:

$$\varepsilon_2 = 0,06 \varepsilon_1 \quad \varepsilon_2 = 4,686 \times 10^{-3} \text{ мм}$$

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальне просторове відхилення після тонкого точіння

$$\varepsilon_3 = 0,04\varepsilon_1 \quad \varepsilon_3 = 3,124 \times 10^{-3} \text{ мм}$$

Розрахунок мінімальних значень припусків.

Загальний мінімальний припуск для чорнового розточування:

$$Z_{in_1} := 2 \cdot \left[Rz_0 + T_0 + \sqrt{(\rho_0)^2 + (\varepsilon_1)^2} \right],$$

$$Z_{min_1} = 3,489 \text{ мм}$$

Загальний мінімальний припуск для чистового розточування:

$$Z_{in_2} := 2 \cdot \left[Rz_1 + T_1 + \sqrt{(\rho_1)^2 + (\varepsilon_2)^2} \right],$$

$$Z_{min_2} = 0,289 \text{ мм}$$

Загальний мінімальний припуск для тонкого розточування:

$$Z_{in_3} := 2 \cdot \left[Rz_2 + T_2 + \sqrt{(\rho_2)^2 + (\varepsilon_3)^2} \right],$$

$$Z_{min_3} = 0,14 \text{ мм}$$

Розрахунковий розмір dp по переходах далі визначаємо.

Розрахунковий розмір dp_3 для тонкого розточування:

$$dp_3 = d_{ном} + ES_3,$$

$$dp_3 = 22,006 \text{ мм}$$

Розрахунковий розмір dp і для чистового розточування:

$$dp_2 = dp_3 - Z_{min_3}$$

$$dp_2 = 21,867 \text{ мм}$$

Розрахунковий розмір dp_1 для чорнового розточування:

$$dp_1 = dp_2 - Z_{min_2}$$

$$dp_1 = 21,578 \text{ мм}$$

Розрахунковий розмір dp_0 для заготовки:

$$dp_0 = dp_1 - Z_{min_1}$$

$$dp_0 = 18,089 \text{ мм}$$

Розточування тонке:

$$d_{max_3} = dp_3$$

$$d_{max_3} = 22,01 \text{ мм}$$

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розточування чистове:

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

$$d_{\max 2} = 21,87 \text{ мм}$$

Розточування чорнове:

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

$$d_{\max 1} = 21,58 \text{ мм}$$

Заготовка:

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

$$d_{\max 0} = 18,1 \text{ мм}$$

Найбільший граничний розмір для тонкого розточування:

$$d_{\min 3} = d_{\max 3} - Td_3$$

$$d_{\min 3} = 21,99 \text{ мм}$$

Найбільший граничний розмір для чистового розточування:

$$d_{\min 2} = d_{\max 2} - Td_2$$

$$d_{\min 2} = 21,62 \text{ мм}$$

Найбільший граничний розмір для чорнового розточування:

$$d_{\min 1} = d_{\max 1} - Td_1$$

$$d_{\min} = 21,18 \text{ мм}$$

Граничний розмір для заготовки:

$$d_{\min 0} = d_{\max 0} - Td_0$$

$$d_{\min 0} = 17,6 \text{ мм}$$

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

$$Z_{\text{пр}\min 3} = 0,14 \text{ мм}$$

Найменший граничний розмір припуску для чистового розточування:

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

$$Z_{\text{пр}\min 2} = 0,289 \text{ мм}$$

Найменший граничний розмір припуску для чорнового розточування:

$$Z_{\text{пр}\min 1} = d_{\max 1} - d_{\max 0}$$

$$Z_{\text{пр}\min 1} = 3,489 \text{ мм}$$

Найбільший граничний розмір припуску для тонкого розточування:

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

$$Z_{\text{пр}\min 3} = 0,377 \text{ мм}$$

					<i>002B-23.00.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найбільший граничний розмір припуску для чистового розточування:

$$Z_{\text{прmin}_2} = d_{\text{min}_2} - d_{\text{min}_1}$$

$$Z_{\text{прmax}_2} = 0,439 \text{ мм}$$

Найбільший граничний розмір припуску для попереднього розточування:

$$Z_{\text{прmax}_1} = d_{\text{min}_1} - d_{\text{min}_0}$$

$$Z_{\text{прmin}_1} = 3,609 \text{ мм}$$

Сумарний мінімальний припуск:

$$\Sigma Z_{\text{прmin}} = 3,918 \text{ мм}$$

Сумарний максимальний припуск:

$$\Sigma Z_{\text{прmax}} = 4,425 \text{ мм}$$

Визначення номінального припуску заготовки.

Номінальний припуск заготовки:

$$Z_{\text{ном}} = \Sigma Z_{\text{прmin}} + ES_0 - ES_2,$$

$$Z_{\text{ном}} = 4,178 \text{ мм.}$$

Визначення номінального діаметра заготовки.

Номінальний діаметр заготовки:

$$d_{\text{ном}_0} = d_{\text{р}_3} - Z_{\text{ном}}$$

$$d_{\text{ном}_0} = 17,829 \text{ мм.}$$

Приймаємо номінальний діаметр заготовки: $d_{\text{ном}_0} = 17,8 \text{ мм}$

Перевірка правильності розрахунків:

$$Z_{\text{прmax}_2} - Z_{\text{прmin}_2} = 0,15$$

$$Td_1 - Td_2 = 0,15$$

$$Z_{\text{прmax}_1} - Z_{\text{прmin}_1} = 0,12$$

$$Td_0 - Td_1 = 0,12$$

Умова виконується.

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 - Дані розрахунку припусків і граничних розмірів обробки отвору Ø22 js6

Технологічний перехід обробки отвору Ø22 js6	Елемент припуску, мкм		Розрахунок припуску $2Z_{\min}$, мкм	Розрахунковий розмір др, мм	Допуск б, мкм	Гран. діаметр. мм		Гран. знач. припуску мкм	
	Rz	S				d min	d max	Zz гр. min	Zz гр. max
заготовка	600	1010		21,86	520	21,68	21,87		
чорнова обробка	50	70	2603	21,57	400	21,17	21,57	3,48	3,60
чистова обробка	20	56	1234	18,08	250	17,56	18,08	0,28	0,4

На всі інші поверхні призначаємо напуски.

Графічне розміщення припусків на обробку отвору Ø22 js6 зображена на рисунку 2.3.

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4 Розмірний аналіз технологічного процесу

Розмірний аналіз дозволяє виявити взаємозв'язок деталей і складальних одиниць, які входять в конструкцію машини і визначити методи досягнення точності та проаналізувати правильність постановки розмірів і допусків на кресленнях, внести зміни для визначення потрібної точності різних параметрів, а також підвищити технологічність деталі та конструкції у цілому.

Вихідні дані:

$$A_1 = 19,5 \pm 0,260;$$

$$A_2 = 15 \pm 0,215;$$

$$A_3 = 47,5 \pm 0,370;$$

$$A_4 = \frac{1}{2} A'_4 = 28 \pm 0,185;$$

$$A_5 = \frac{1}{2} A'_5 = 40 \pm 0,185;$$

$$A_6 = \frac{1}{2} A'_6 = 45 \pm 0,027;$$

$$A_7 = \frac{1}{2} A'_7 = 43 \pm 0,2175;$$

$$A_8 = \frac{1}{2} A'_8 = 25 \pm 0,155;$$

$$A_9 = \frac{1}{2} A'_9 = 11^{+0,00375}_{-0,00385};$$

$$A_{10} = \frac{1}{2} A'_{10} = 11^{+0,00325}_{-0,00325}$$

$$A_{11} = 46,5 \pm 0,015;$$

$$A_{12} = 51 \pm 0,370;$$

$$A_{13} = 148 \pm 0,5.$$

$$Z_{1\min} = 0,8 \text{ мм}; \quad Z_{11\min} = 0,05 \text{ мм};$$

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- $Z_{2\min} = 0,2 \text{ мм};$ $Z_{12\min} = 0,8 \text{ мм};$
 $Z_{3\min} = 0,8 \text{ мм};$ $Z_{13\min} = 0,2 \text{ мм};$
 $Z_{4\min} = 0,2 \text{ мм};$ $Z_{14\min} = 0,05 \text{ мм};$
 $Z_{5\min} = 0,8 \text{ мм};$ $Z_{15\min} = 0,8 \text{ мм};$
 $Z_{6\min} = 0,8 \text{ мм};$ $Z_{16\min} = 0,8 \text{ мм};$
 $Z_{7\min} = 0,8 \text{ мм};$ $Z_{17\min} = 0,2 \text{ мм};$
 $Z_{8\min} = 0,8 \text{ мм};$ $Z_{18\min} = 0,8 \text{ мм};$
 $Z_{9\min} = 0,8 \text{ мм};$ $Z_{19\min} = 0,8 \text{ мм};$
 $Z_{10\min} = 0,2 \text{ мм};$ $Z_{20\min} = 0,8 \text{ мм};$

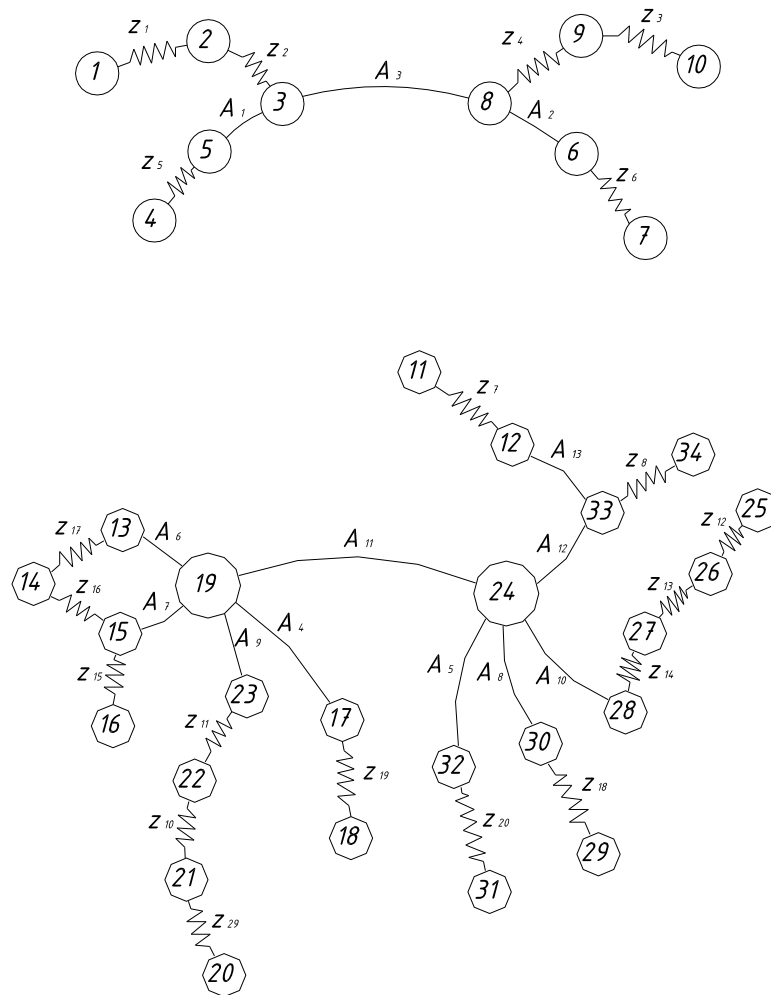


Рисунок 2.4 – Конструкторський граф

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

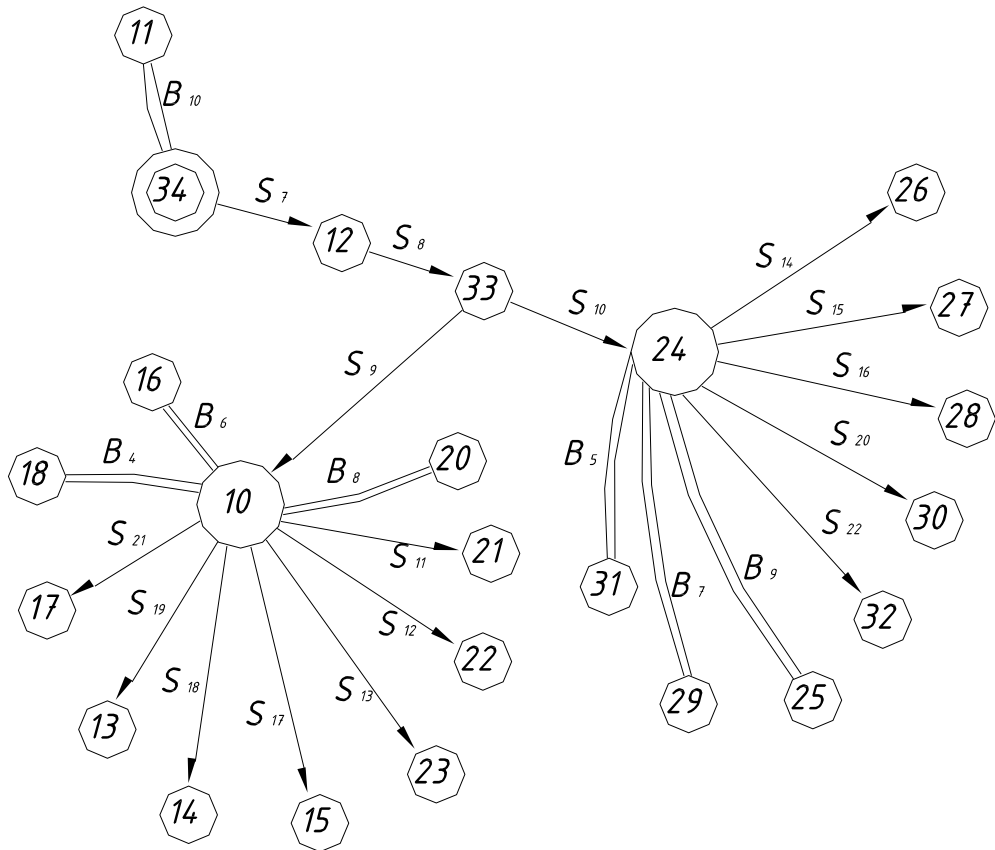
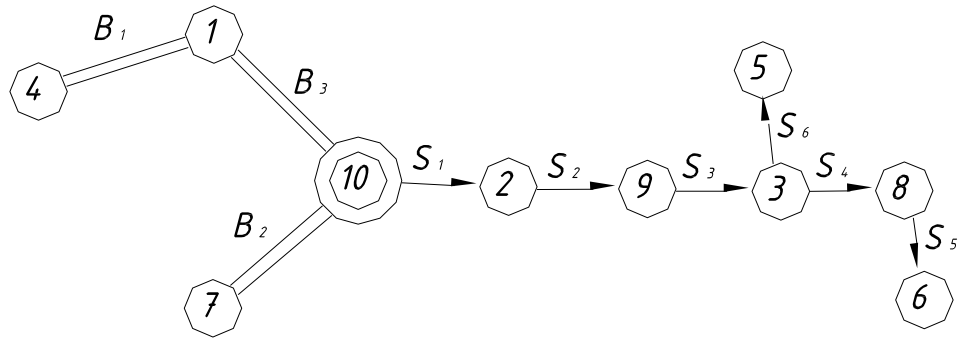


Рисунок 2.5 – Технологічний граф

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

002В-23.00.00.00.000 ПЗ

Арк.

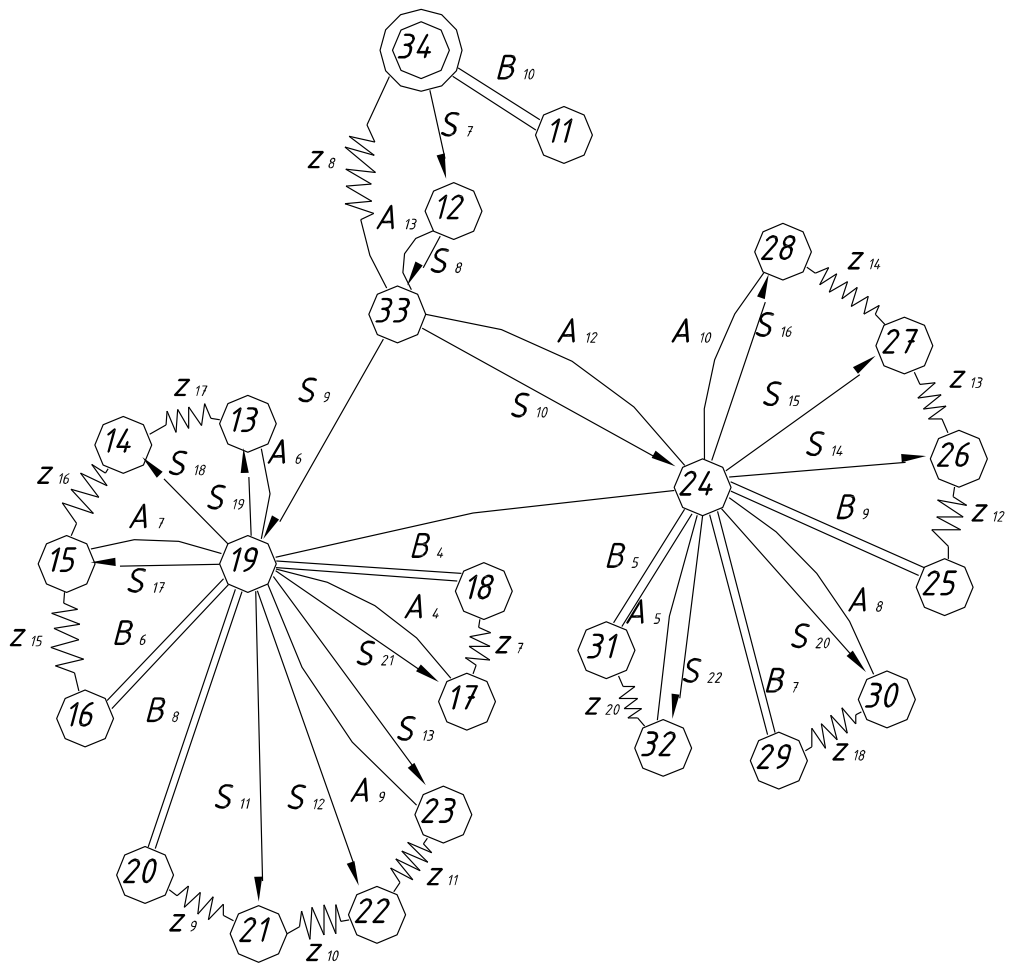
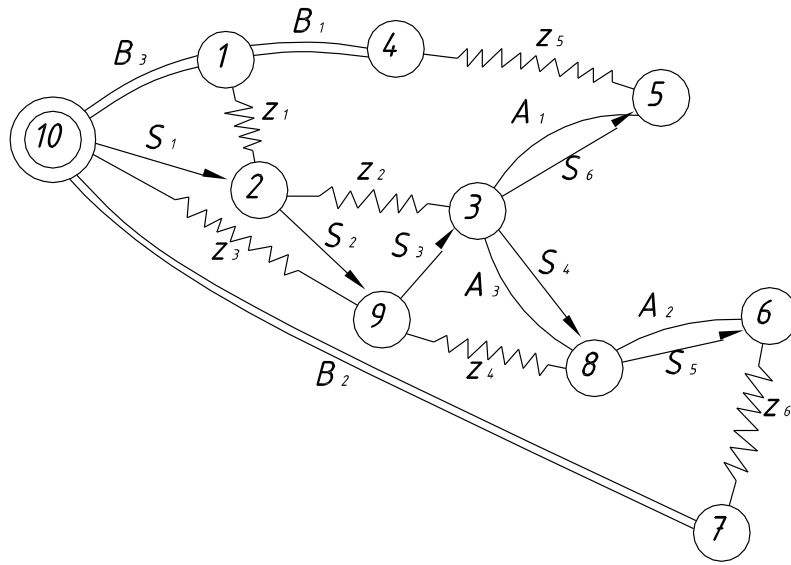


Рисунок 2.6 – Суміщений конструкторсько-технологічний граф

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

002В-23.00.00.00.000 ПЗ

Арк.

Розміри, що отримані в результаті розмірного аналізу:

$$S_1 = 49,5^{+0,340}_{-0,050};$$

$$S_2 = 48,5^{+0,150}_{-0,040};$$

$$S_3 = 48^{+0,260}_{+0,070};$$

$$S_4 = 47,5 \pm 0,370;$$

$$S_5 = 15 \pm 0,215;$$

$$S_6 = 19,5 \pm 0,260;$$

$$S_7 = 149,5^{+0,430}_{-0,200};$$

$$S_8 = 148 \pm 0,500;$$

$$S_9 = 97,5 \pm 0,370;$$

$$S_{10} = 51 \pm 0,370;$$

$$S'_{11} = 2S_{11} = 21^{+0,3635}_{+0,0335};$$

$$S'_{12} = 2S_{12} = 21,9^{+0,0065}_{-0,01365};$$

$$S'_{13} = 2S_{13} = 22 \pm 0,0065;$$

$$S'_{14} = 2S_{14} = 21^{+0,3635}_{-0,0335};$$

$$S'_{15} = 2S_{15} = 21,9^{-0,0065}_{-0,1365};$$

$$S'_{16} = 2S_{16} = 22 \pm 0,0065;$$

$$S'_{17} = 2S_{76} = 86 \pm 0,435;$$

$$S'_{18} = 2S_{18} = 89^{+0,600}_{+0,250};$$

$$S'_{19} = 2S_{19} = 90 \pm 0,054;$$

$$S'_{20} = 2S_{20} = 50 \pm 0,310;$$

$$S'_{21} = 2S_{21} = 56 \pm 0,370;$$

$$S'_{22} = 2S_{22} = 80 \pm 0,380.$$

$$Z_1 = 1,5^{+0,89}_{-0,70};$$

$$Z_2 = 0,5^{+0,22}_{-0,30};$$

$$Z_3 = 1,0^{+0,38}_{-0,20};$$

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Z_4 = 0,5^{+0,63}_{-0,30};$$

$$Z_5 = 2,5^{+1,83}_{-1,70};$$

$$Z_6 = 2,0^{+1,32}_{-1,20};$$

$$Z_7 = 2,5^{+0,43}_{-1,70};$$

$$Z_8 = 1,5^{+0,93}_{-0,70};$$

$$Z_9 = 1,0^{+0,385}_{-0,20};$$

$$Z_{10} = 0,45^{-0,02}_{-0,25};$$

$$Z_{11} = 0,05 + 0,0715;$$

$$Z_{12} = 1,0^{+0,385}_{-0,20};$$

$$Z_{13} = 0,45^{-0,02}_{-0,25};$$

$$Z_{14} = 0,05 + 0,0715;$$

$$Z_{15} = 1,5^{+0,435}_{-0,70};$$

$$Z_{16} = 1,5^{+0,8175}_{-0,0925};$$

$$Z_{17} = 0,5^{-0,098}_{-0,30};$$

$$Z_{18} = 1,0^{+0,455}_{-0,20};$$

$$Z_{19} = 1,5^{+0,27}_{-0,70};$$

$$Z_{20} = 1,5^{+0,27}_{-0,70} \cdot$$

$$B_1 = 22^{+0,240}_{-0,400};$$

$$B_2 = 14,5^{+0,485}_{-0,095};$$

$$B_3 = 54^{+0,840}_{-0,360};$$

$$B'_4 = 2B_4 = 53^{+1,03}_{-0,17};$$

$$B'_5 = 2B_5 = 77^{+1,03}_{-0,17};$$

$$B'_6 = 2B_6 = 83^{+0,365}_{-0,435};$$

$$B'_7 = 2B_7 = 48^{+0,245}_{-0,755};$$

$$B'_8 = 2B_8 = 19^{+0,4335}_{-0,4065};$$

					002B-23.00.00.00.000 ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Эмн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

$$B'_9 = 2B_9 = 19^{+0,4335}_{-0,4065}$$

$$B'_{10} = 2B_{10} = 152^{+0,230}_{-1,370}$$

2.5 Розрахунок режимів різання

При призначенні і розрахунку режимів різання враховують багато технологічних показників.

1. Фрезерування.

Операція 005 Карусельно-фрезерна

Фрезерувати поверхні 1, 2 начорно, начисто.

а) чорновий прохід.

Інструмент – фреза торцева насадка з встановленими ножами (дрібнозубна) ГОСТ 9473-80.

$$D = 250 \text{ мм}; \quad d_{\text{окр.}} = 50 \text{ мм}; \quad Z = 24.$$

Максимальна величина обробки $B = 204 \text{ мм}$.

Глибина різання $t = 1,6 \text{ мм}$;

Подача $S_2 = 0,20 \text{ мм/зуб}$.

Стійкість $T = 240 \text{ хв}$;

Швидкість різання:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v, \quad (2.30)$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}, \quad (2.31)$$

де K_{mv} – коефіцієнт, який залежить від якості оброблюваного матеріалу.

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{nv} = \left(\frac{190}{190} \right)^{1,25} = 1,0$$

K_{nv} – коефіцієнт стану поверхні заготовки $K_{nv} = 0,85$;

K_{uv} – коефіцієнт, який враховує матеріал інструменту $K_{uv} = 0,83$.

$$K_v = 1,0 \cdot 0,85 \cdot 0,83 = 0,70.$$

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно з таблицею 39 ст.136[6,т.1] приймаємо:

$C_v = 445$; $q = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,32$; $u = 0,2$; $p = 0$; $m = 0,32$.

$$V = \frac{445 \cdot 250^{0,2}}{240^{0,32} \cdot 1,6^{0,25} \cdot 0,20^{0,32} \cdot 204^{0,2} \cdot 24} \cdot 0,70 = 87,88 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 87,88}{3,14 \cdot 250} = 111,89 \text{ хв}^{-1}.$$

Сила різання:

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

Згідно з таблицею 41 ст.143[6, т.І], приймаємо:

$C_p = 545$; $x = 0,9$; $y = 0,74$; $u = 1,0$; $q = 1,0$; $w = 1,0$.

$$P_z = \frac{10 \cdot 545 \cdot 1,6^{0,9} \cdot 0,2^{0,74} \cdot 204^{1,0} \cdot 24}{250^{0,9} \cdot 111,89^{1,0}} \cdot 1,0 = 768,7 \text{ Н.}$$

Ефективна потужність:

$$N_c = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60},$$

$$N_c = \frac{768,7 \cdot 87,88}{1020 \cdot 60} = 1,10 \text{ кВт.}$$

Дійсна потужність:

$$N_o = \frac{N_c}{\eta},$$

де $\eta = 0,85$ – ККД верстата:

$$N_o = \frac{1,10}{0,85} = 1,30 \text{ кВт.}$$

б) чистовий прохід.

Інструмент – фреза торцева насадка з встановленими ножами (дрібнозубна)

ГОСТ 9473-80.

$D = 250$ мм; $d_{\text{окр.}} = 50$ мм; $Z = 24$.

Максимальна величина обробки $B = 204$ мм.

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Глибина різання $t = 0,5$ мм;

Подача на зубець $S_2 = 0,35$ мм/зуб.

Стійкість $T = 240$ хв.

Швидкість різання:

$$V = \frac{445 \cdot 250^{0,2}}{240^{0,32} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,35^{0,22} \cdot 204^{0,2} \cdot 24} \cdot 0,70 = 212,81 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 87,88}{3,14 \cdot 250} = 270,98 \text{ хв}^{-1}$$

Сила різання згідно з C_z :

$$P_z = \frac{10 \cdot 545 \cdot 0,5^{0,9} \cdot 0,35^{0,74} \cdot 204^{1,0} \cdot 24}{250^{0,9} \cdot 212,81} \cdot 1,0 = 214,68 \text{ Н.}$$

Ефективна потужність:

$$N_c = \frac{214,68 \cdot 212,81}{1020 \cdot 60} = 0,75 \text{ кВт.}$$

Дійсна потужність:

$$N_d = \frac{0,75}{0,85} = 0,88 \text{ кВт.}$$

Загальна дійсна потужність верстату:

$$N_d = 1,30 + 0,88 = 2,18 \text{ кВт.}$$

Приймаємо верстат мод. 621М ($N_d = 10$ кВт)

Уточнені режими різання:

а) чорновий прохід: $n = 125$ хв⁻¹.

б) чистовий прохід: $n = 315$ хв⁻¹.

2. Точіння.

Операція 025 – координатно-розточувальна з ЧПК.

Перехід 5. Розточити отв. 12 начорно.

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інструмент – різець токарний прохідний відігнутий ГОСТ 18877-73, оснащений пластиною ТК8 з геометричними параметрами: $\varphi = 60^\circ$; $\gamma = 10^\circ$; $\lambda = 8^\circ$; $v = 1,0$ мм.

Глибина різання – $t = 1,6$ мм; подача – $S = 0,3$ мм; стійкість – $T = 60$ хв.

Швидкість різання:

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

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

Згідно з таблицею 17 ст. 269 [6, т.І] приймаємо:

$C_v = 292$; $x = 0,15$; $y = 0,20$; $m = 0,20$.

$$V = \frac{292}{60^{0,20} \cdot 1,6^{0,15} \cdot 0,3^{0,20}} \cdot 0,70 = 106,86 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання:

$$n = \frac{1000 \cdot 106,86}{3,14 \cdot 90} = 377,93 \text{ хв}^{-1}.$$

Сила різання:

$$P_z = 10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^m \cdot K_p,$$

де K_p – поправочний коефіцієнт:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{yp} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp},$$

Згідно з таблицею 22, 23 ст. 273 [6, т.І]

$K_{mp} = 1,0$; $K_{yp} = 0,94$; $K_{\gamma p} = 1,0$; $K_{\lambda p} = 1,0$; $K_{rp} = 1,0$

$S_p = 92$; $x = 1,0$; $y = 0,75$; $n = 0,1$.

$$K_p = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,94$$

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot 1,6^{1,0} \cdot 0,3^{0,75} \cdot 106,86^{0,1} \cdot 0,94 = 894,87 \text{ Н.}$$

Ефективна потужність:

$$N_{ef} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{894,87 \cdot 106,86}{1020 \cdot 60} = 1,56 \text{ кВт.}$$

Дійсна потужність:

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_o = \frac{1,56}{0,85} = 1,84 \text{ кВт.}$$

Приймаємо координатно-розточувальний верстат з ЧПК мод. 2455АФ1 (N = 3,8 кВт).

3. Свердління.

Операція 035 – Вертикально-свердлильна.

Свердлити 4 отв. Ø15 одночасно.

Інструмент – свердло спіральне, оснащене твердосплавними пластинами Р6М5 для свердління чавуну ГОСТ1234-77.

Параметри обробки:

D = 15 мм: l = 47,5 мм.

Глибина різання t = 7,5 мм;

Подача S_o = 0,4 мм;

Стійкість T = 60 хв.

Швидкість різання:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v,$$

де K_v – загальний поправочний коефіцієнт,

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

де K_{mv} – коефіцієнт оброблюваного матеріалу:

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{190} \right)^{1,25} = 1,0$$

K_{uv} = 1,0 – коефіцієнт інструментального матеріалу;

K_{lv} = 1,0 – коефіцієнт глибини обробки.

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

Згідно з таблицею 28 ст. 278 [6, т.1] приймаємо:

C_v = 17,1; q = 0,25; y = 0,40; m = 0,125 .

$$V = \frac{17,1 \cdot 15^{0,25}}{60^{0,125} \cdot 0,4^{0,40}} \cdot 1,0 = 38,91 \text{ м/х.}$$

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Частота обертання

$$n = \frac{1000 \cdot 38,91}{\pi \cdot 15} = 825,79 \text{ хв}^{-1}$$

Крутний момент:

$$M_{кр} = 10 C_M \cdot D_q \cdot S_u^y \cdot K_p,$$

Згідно з таблицею 32 ст.321[6, т.І], приймаємо:

$$C_M = 0,012; q = 2,2; y = 0,7; K_p = 1,0.$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 545 \cdot 1,6^{0,9} \cdot 0,2^{0,74} \cdot 204^{1,0} \cdot 24}{250^{0,9} \cdot 111,89^{1,0}} \cdot 1,0 = 768,7 \text{ Н}.$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,012 \cdot 15^{2,2} \cdot 0,4^{0,7} \cdot 1,0 = 24,44 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Ефективна потужність:

$$N_{эф} = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}, \quad (2.42)$$

$$N_{эф} = \frac{24,44 \cdot 825,79}{9750} = 2,07 \text{ кВт}$$

Дійсна потужність:

$$N_o = \frac{207}{0,85} = 2,44 \text{ кВт}$$

При одночасній обробці 4-х отворів:

$$N'_o = 4N_o = 9,76 \text{ кВт}$$

Приймаємо вертикально-свердильний верстат мод. 2Г175Б (N=11 кВт).

Уточнені режими різання:

- $n = 800 \text{ хв}^{-1}$;
- $s = 0,4 \text{ мм-об.}$

Уточнена потужність різання:

$$N_o = 4 \cdot \frac{24,44 \cdot 800}{9750 \cdot 0,85} = 9,44 \text{ кВт}$$

4. Різьбонарізна.

Операція 040 – Агрегатна.

Перехід 3 – нарізати різьбу М20 одночасно в 4 отворах.

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інструмент – мітчик М20 ГОСТ 3266-81.

Глибина різання: $t = 0,6$ мм.

Подача: $S = 1,0$ мм.

Кількість робочих ходів: $i = 1$.

Стійкість: $T = 90$ хв.

Швидкість різання:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v,$$

де K_v – поправочний коефіцієнт,

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

де K_{mv} , K_{uv} , K_{tv} – коефіцієнти, які враховують відповідно оброблюваний та інструментальний матеріал, точність нарізуваної різьби.

Згідно з таблицею 50 [6, т.1] приймаємо: $K_{mv} = 0,5$; $K_{uv} = 0,7$; $K_{tv} = 1,0$.

$$K_v = 0,5 \cdot 0,7 \cdot 1,0 = 0,35$$

Згідно з таблицею 49 ст. 296 [6, т.1] приймаємо:

$C_v = 183$; $q = 1,2$; $y = 0,5$; $m = 0,90$.

$$V = \frac{183 \cdot 8^{1,2}}{90^{0,90} \cdot 1,0^{0,5}} \cdot 0,35 = 13,53 \text{ м/хв}$$

Частота обертання:

$$n = \frac{1000 \cdot 13,53}{\pi \cdot 8} = 538,48 \text{ м/хв}^{-1}$$

Крутний момент:

$$M_{кр} = 10 C_m \cdot D^q \cdot p^y \cdot K_p,$$

Згідно з таблицею [6, т.І], приймаємо: $C_n = 0,013$; $q = 1,4$; $y = 1,5$; $K_p = 1,5$.

$$M_{пр} = 10 \cdot 0,013 \cdot 8^{1,4} \cdot 1^{1,5} \cdot 1,5 = 3,58 \text{ Н·м}$$

Ефективна потужність:

$$N_{ef} = \frac{M_n}{9750} = \frac{3,58 \cdot 538,48}{9750} = 0,20 \text{ кВт}$$

Дійсна потужність різання:

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_o = \frac{0,20}{0,85} = 0,23 \text{ кВт}$$

Дійсна потужність при одночасній обробці 4-х отворів:

$$N'_o = 4N_o = 0,92 \text{ кВт}$$

Приймаємо агрегатний верстат мод. 2АГ6В.

Режими різання на всі інші переходи вибрані табличним методом, заносимо у таблицю 2.3.

2.6 Нормування ТП

Нормування ТП виготовлення деталі „Корпус КПВ 20.29.803” проводимо на основі технічного розрахунку, де тривалість операцій встановлюють за розрахунком на основі аналізу послідовності змісту дії робітника-верстатника і верстату.

Штучна норма часу $T_{шт}$:

$$T_{шт} = T_o + T_d + T_{об} + T_v,$$

де T_o – основний час, хв;

T_d – допоміжний час, хв;

$T_{об}$ – обслуговування, хв;

T_v – час на відпочинок, хв.

$$T_d = T_{у.з} + T_{з.в} + T_{уп} + T_{вим.}, \quad (2.47)$$

де $T_{у.з}$ – установку і зняття деталі, хв;

$T_{з.в}$ – закріплення і відкріплення деталі, хв;

$T_{уп}$ – прийом управління верстатом, хв;

$T_{вим.}$ – вимірювання деталі, хв.

Нормування технологічного процес (операція 010).

Операція 010 Горизонтально-фрезерна.

Фрезерувати поверхні 3, 4 з одного установа.

Основний час:

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_o = \frac{L}{S_{xв}}$$

де L – розрахункова довжина робочого ходу, мм;

$S_{xв}$ – хвилинна подача, мм/хв

Розрахункова довжина робочого ходу:

$$L = l + l_1 + l_2,$$

де l - довжина оброблюваної поверхні, мм;

l_1 - врізання інструменту, мм;

l_2 - величина перебігу інструменту, мм

$$L = 148 + 7 + 8 = 163 \text{ мм.}$$

$$T_o = \frac{163}{960} = 0,17 \text{ хв}$$

Установка і зняття деталі:

$$T_{у.з} = 2 \cdot 0,07 = 0,14 \text{ хв}$$

Час на закріплення і відкріплення деталі рукояткою пневматичного затиску:

$$T_{з.в} = 2 \cdot 0,01 = 0,02 \text{ хв}$$

Приєм управління верстатом:

- включання і виключання верстату – $2 \cdot 0,01$ хв;

- підвести і відвести стіл – $2 \cdot 0,16$ хв.

$$T_{уп} = 2 \cdot 0,01 + 2 \cdot 0,16 = 0,34 \text{ хв}$$

Час на вимірювання деталі шаблоном:

$$T_{вим} = 0,06 \text{ хв}$$

Загальний допоміжний час:

$$T_d = 0,14 \cdot 0,02 + 0,34 + 0,06 = 0,56 \text{ хв}$$

Операційний час:

$$T_{оп} = T_o + T_d = 0,17 + 0,56 = 0,73 \text{ хв}$$

Час на обслуговування робочого місця і час на відпочинок - 8% від $T_{оп}$ [8]:

$$T_{оп} + T_v = 0,08 T_{оп} = 0,08 \cdot 0,73 = 0,06 \text{ хв}$$

Загальний штучний час:

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{шт} = 0,73 + 0,06 = 0,79 \text{ хв.}$$

На цю та всі інші операції норми часу зводимо до таблиці 2.4.

РОЗДІЛ 3

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Технологічного оснащення та його проектування

3.1.1 Пристрій для свердління чотирьох отворів отворів Ø14

У даній випускній роботі розроблено пристрій для свердління чотирьох отворів отворів Ø14.

Пристрій призначений для свердління чотирьох отворів Ø15 у корпусі редуктора одночасно. Для цього використовуємо кондуктор, зажимний пристрій, який приводиться в дію механізмами подачі. При опусканні шпиндельної головки кондуктора, плита підходить до заготовки.

Недолік подібних пристроїв – додаткове навантаження механізму подачі верстата.

Аналіз компоновки конструктивних схем виконуємо на основі сумарних коефіцієнтів ваг.

$$K_{\Sigma n} = K_1 \cdot 0,5 + K_2 \cdot 0,4 + K_3 \cdot (-0,2) + K_4 \cdot (-0,2) + K_5 \cdot 0,4$$

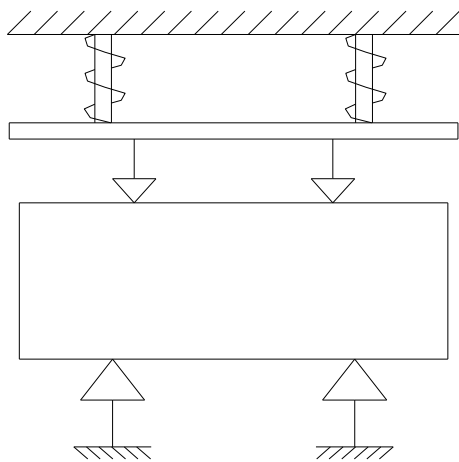
Результати зведемо в таблицю 3.1.

Схема конкуруючих компоновок пристрою представлено на рисунку 3.1.

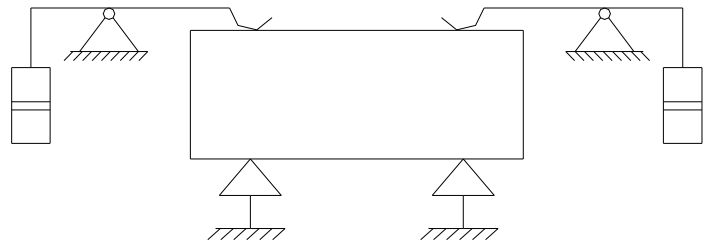
Таблиця 3.1 - Критерії оцінки компоновочних схем

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Критерій оцінки № схеми	Оптимальний коефіцієнт підсилення	Володіння властивістю Самогальмування	Кількість передавальних механізмів змін	Наявність Проміжної ланки	Компактність	Критерій оцінки компонентних схем за коэф. ваги
	K_1	K_2	K_{13}	K_4	K_5	$K_{\Sigma n}$
1	1	1	0	0	3	2,1
2	1	0	1	1	2	0,9
3	2	2	3	3	1	1,0
Вага критерію	+0,5	+0,4	-0,2	-0,2	+0,4	



а)



б)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

002В-23.00.00.00.000 ПЗ

Арк.

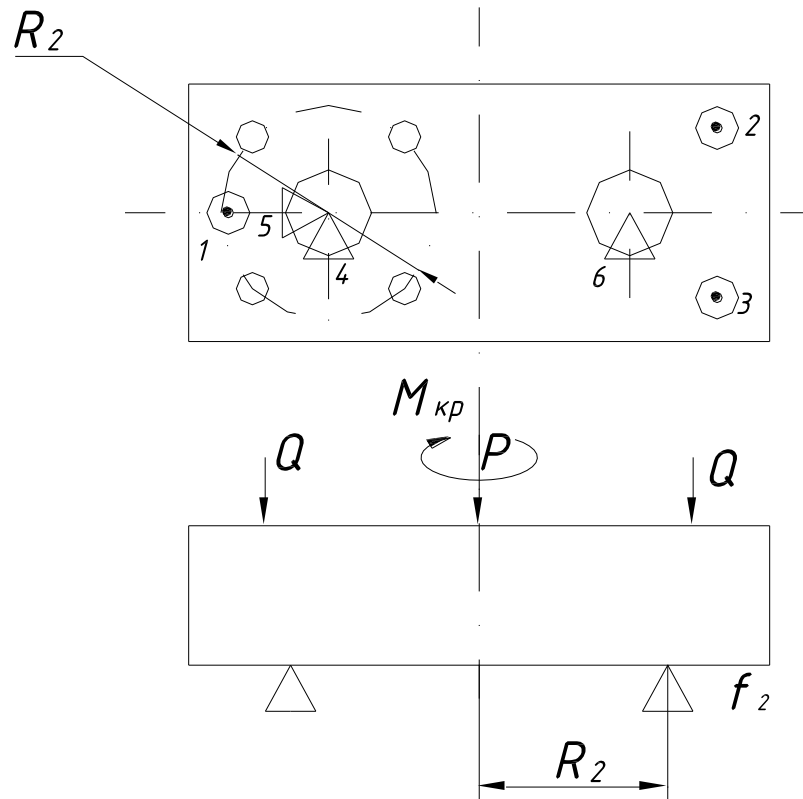


Рисунок 3.2 – Розрахункова схема

де

$$M = \sum_{i=1}^u M_i,$$

$$P = \sum_{i=1}^u P_i,$$

Для надійності затискних пристроїв в розрахунки сили закріплення введено коефіцієнт затиску k :

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5,$$

$$k_0 = 1,5; \quad k_1 = 1,0; \quad k_2 = 1,15; \quad k_3 = 1,0; \quad k_4 = 1,2; \quad k_5 = 1,0.$$

$$k = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 2,07.$$

$$Q = \frac{RM - f_2 PR_1}{f_1 R_2 + f_2 R_1} = \frac{2,07 \cdot 84 \cdot 10^3 - 0,2 \cdot 13200 \cdot 65}{0,2 \cdot 70 + 0,2 \cdot 65} = 85H$$

$$M_i = 10 C_m \cdot D^8 \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 15^{2,0} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 1 = 21H \cdot m$$

$$P_i = 10 C_p \cdot D^8 \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 15^{1,0} \cdot 0,2^{0,7} \cdot 1 = 3300H \cdot m$$

$$M_{\Sigma} = 4 \cdot M_i = 21 \cdot 4 = 84H \cdot m$$

$$P_{\Sigma} = 4 \cdot P_i = 3300 \cdot 4 = 13200H.$$

					002B-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахуємо параметри пружин, які прижимають кондукторну плиту до оброблюваної деталі.

Сила затиску:

$$W = \frac{Q}{2} = \frac{85}{2} 42,5 \text{ Н.}$$

Для пружини осадка прямо пропорційна навантаженню:

$$\frac{P_k}{f_k} = \frac{P_n}{f_n} = j,$$

де f_n, f_k – початкова і кінцева осадка пружини;

j – жорсткість пружини.

$$j = \frac{G \cdot d^4}{8D_{cp}^3 \cdot n},$$

де D_{cp} - середній діаметр пружини в мм;

d - діаметр дроту, мм;

n - число робочих витків пружини;

G - модуль зсуву ($G = 8000 \text{ кгс/мм}^2$ для сталі).

Звідси вираховуємо кількість робочих витків пружини прийнявши $D_{cp}=30\text{мм}$ і $d=4 \text{ мм}$.

$$n = \frac{G \cdot d^4}{8j \cdot D_{cp}^3} = \frac{G \cdot d^4 \cdot f_n}{8P_n \cdot D_{cp}^3} = \frac{G \cdot d^4 \cdot f_n}{8W \cdot D_{cp}^3},$$

$$n = \frac{8000 \cdot 4^4 \cdot 50}{8 \cdot 42,5 \cdot 30^3} = 11 \text{ витків.}$$

Отже, у нашому пристрої дві пружини повинні мати по 11 витків.

3.1.3. Розрахунок пристрою на точність

Цілий ряд технологічних факторів впливає на точність обробки, які викликають сумарну похибку.

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

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $K_1 = K_2 = K_3 = 1$;

$K_4 = K_5 = K_6 = 1,73$.

Δ_{xy} – похибка установки заготовки в приспособленні;

Δ_y – похибка обробки при зміщенні елементів технологічної системи під дією зовнішньої сили;

Δ_M – похибка наладки технологічної системи;

Δ_i – похибка зносу ріжучого інструменту;

Σ_{Δ_B} – похибка верстата внаслідок зносу за період експлуатації;

Σ_{Δ_m} – температурна похибка обробки.

Похибка установки:

$$\Delta \varepsilon_y = \sqrt{\Delta \varepsilon_o^2 + \Delta \varepsilon_z^2 + \Delta \varepsilon_{np}^2} ,$$

де ε_o – базування;

ε_z – закріплення;

ε_{np} – положення заготовки.

Схема базування представлена на рисунку 3.3.

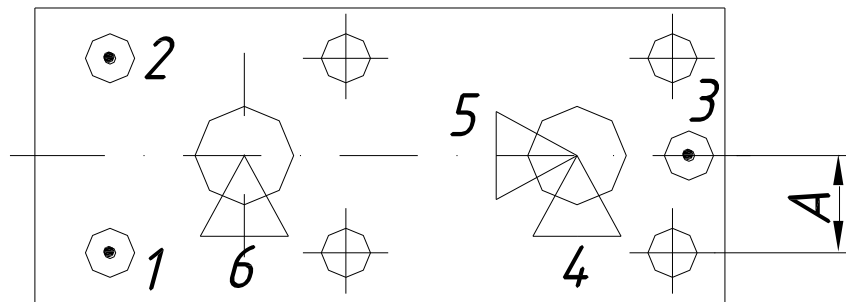


Рисунок 3.3 – Схема базування

Похибка базування при даній схемі базування визначається за формулою:

$$\varepsilon_o = 2\Delta + \sigma_1 + \sigma_2 ,$$

де Δ - мінімальний радіальний зазор посадки заготовки на палець;

σ_1 – допуск на діаметр опору;

σ_2 – допуск на діаметр пальця.

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Посадка заготовки на пальці становить $\varnothing 22 \frac{Js6}{q6}$

$$\varnothing 22 Js6\left(\begin{smallmatrix} +0,0065 \\ -0,0065 \end{smallmatrix}\right); \varnothing 22 q6\left(\begin{smallmatrix} -0,007 \\ -0,020 \end{smallmatrix}\right)$$

Мінімальний радіальний зазор становить:

$$\Delta = 7 - 6,5 = 0,5 \text{ мкм}$$

Допуск на діаметр отвору:

$$\sigma_1 = 6,5 + 6,5 = 13 \text{ мкм}$$

Допуск на діаметр пальця:

$$\sigma_2 = 20 - 7 = 13 \text{ мкм}$$

Отже,

$$\varepsilon_6 = 0,5 + 13 + 13 = 26,5 \text{ мкм}$$

Похибка закріплення визначається з залежності:

$$\varepsilon_z = (y_{\max} - y_{\min}) \cdot \cos a,$$

де y_{\max} , y_{\min} – відповідно максимальне і мінімальне зміщення заготовки при її закріпленні.

a – кут під яким знаходиться оброблювана площа.

Так як $a = 90^\circ$, то $\cos a = 0$, отже $\varepsilon_y = 0$.

Похибка положення заготовки ε_{np} є наслідком неточності виготовлення верстатного приспособлення, зносу його установчих елементів, а також похибки установки самого приспособлення на верстаті:

$$\bar{\varepsilon}_{np} = \bar{\varepsilon}_{уст} + \bar{\varepsilon}_{зн} + \bar{\varepsilon}_6,$$

Технологічні можливості виготовлення пристосувань забезпечує $\varepsilon_{уст}$ в межах 0...15 мкм.

Отже, приймаємо $\varepsilon_{уст} = 10$ мкм.

Складова $\varepsilon_{зн}$ характеризує значення установчих елементів:

$$\varepsilon_{зн} = \beta \cdot N,$$

де N – число контактів заготовки з опорою;

β - постійна (для циліндричних пальців $\beta = 0,001$).

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\varepsilon_{3H} = 0,001 \cdot 65000 = 65 \text{ мкм}$$

Складова ε_B виражає похибку установки приспособлення на вартості. Величина ε_B складає 10 – 20 мкм.

Приймаємо:

$$\varepsilon_B = 10 \text{ мкм}$$

Визначаємо сумарну похибку положення заготовки

$$\Delta\varepsilon_{np} = \sqrt{\Delta\varepsilon_{3H}^2 + \Delta\varepsilon_B^2} + \varepsilon_{yc},$$

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{3 \cdot 65^2 + 10^2} + 10 = 123 \text{ мкм}$$

Отже, похибка установки буде становити:

$$\Delta\varepsilon_y = \sqrt{26,5^2 + 0^2 + 125} = 126 \text{ мкм}$$

Оскільки сила різання мала, а жорсткість системи велика, то похибкою обробки можна знехтувати:

$$\Delta y = 0$$

Похибка наладки технологічної системи при свердлінні по кондуктору буде дорівнювати максимальному зазору між діаметром свердла і внутрішнім діаметром кондукторної втулки. Допуск на внутрішній діаметр кондукторної втулки приймаємо рівним $\varnothing 15 f7$, а свердла $\varnothing 15 n6$.

$$\varnothing 15 F7 \left(\begin{smallmatrix} +0,034 \\ -0,016 \end{smallmatrix} \right); \varnothing 15 n6 \left(\begin{smallmatrix} +0,023 \\ +0,012 \end{smallmatrix} \right)$$

Максимальний зазор між втулкою і свердлом буде:

$$S_{\max} = 3 - 12 = 22 \text{ мкм}$$

Отже,

$$\Delta_H = 22 \text{ мкм}$$

Похибка зносу ріжучого інструменту Δ_i .

Згідно з таблицею 29 [7, т. 1] $\Delta_i = 20$ мкм.

Похибка верстата згідно з табл. 23 [8, т. 2] буде ставити 10 мкм.

$$\Sigma_{\Delta B} = 10 \text{ мкм}$$

					002B-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Температурна похибка Δ_m . Цю похибку приймаємо рівною 0,1 від загальної похибки, без температурної похибки:

$$\Sigma_{\Delta m} = 0,1 \cdot \Delta'_{\Sigma}$$

$$\Delta'_{\Sigma} = 1 \cdot \sqrt{(1 \cdot 12,6)^2 + (1 \cdot 0)^2 + (1 \cdot 22)^2 + (1,73 \cdot 20)^2 + (1,73 \cdot 10)^2} = 134 \text{ мкм}$$

$$\Sigma_{\Delta m} = 0,1 \cdot 134 = 13,4 \text{ мкм}$$

$$\Delta_{\Sigma} = 1 \cdot \sqrt{134^2 + (1,73 \cdot 13,4)^2} = 136 \text{ мкм}$$

Таким чином, умова $\varepsilon_{\Sigma} \leq T_A$ виконується.

3.1.4 Опис конструкції та роботи пристрою

Креслення даного пристрою приведено у графічній частині роботи (лист 3).

Основою пристрою є плита 1, яка базується на столі верстату двома шпонками 26.

Оброблювана деталь базується за допомогою двох опорних пластин 24 і двох пальців – повнопрофільного 21 і зрізаного 22. Затиск заготовки здійснюється трьома штирями 20, які запресовані у кондукторну плиту 2. Плита 2 приводиться у рух свердлильною головою через пружини 10.

Для направлення різального інструменту служать чотири кондукторні втулки 13.

3.2 Розрахунок спеціального ріжучого інструменту

На операції 020 необхідно просвердити отвір $\varnothing 9$ та $\varnothing 14$ і зняти фаску $1 \times 45^\circ$ одночасно. З цією метою використовуємо комбінований інструмент свердло-зенківка.

Свердло із твердосплавними пластинками ВК6. Приймаю стійкість свердла $T=25$ хв. Глибина різання t :

$$t = D/2,$$

де D – діаметр свердла

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t = 14,1 / 2 = 7,05 \text{ мм}$$

Подачу визначаємо:

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

де $c' = 0,058$

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

Приймаємо $S_o = 0,25 \text{ мм/об}$

Швидкість різання:

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

де $c = 11400$ – стала [3]

$$m = 0,125; x = 0; y = 0,40; n_1 = 1,$$

$$Z = 0,25;$$

$HB175$ – твердість за шкалою Бринеля.

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

Сила різання:

$$P_x = C_1 D^{Z_1} S_o^{Y_1} HB^m,$$

де $C_1 = 2,60$ стала [3]

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

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

Частота обертання:

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

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

Приймаємо $n = 640 \text{ хв}^{-1}$

Момент різання:

$$N_{KK} = 10 C_N D^g S^y K_p,$$

де $C_N = 0,021$ – стала [3]

$$g = 2,0; y = 0,8$$

$K_p = K_{M_p}$ – поправочний коефіцієнт

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

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потужність різання:

$$N = M_{кк} \cdot n / 9750,$$

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

Визначаємо свердло з твердосплавними пластинками ВК6 ГОСТ 1886-81, яка має наступну геометрію:

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

Основні розміри зенківки – по ГОСТ 3231-67, технічні вимоги згідно ГОСТ 12509-67.

3.3 Розрахунок на точність контрольного пристрою

Розрахуємо на точність контрольний пристрій, що контролює співвісність двох отворів, допуск на биття становить відповідно 0,12 мм і 0,16 мм.

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

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

$$\beta = 0,003 \text{ мм}, N = 50000 \text{ шт.}, n = 0,5$$

$$E_{zn} = 0.003 \cdot 50000^{0.5} = 0,098 \text{мм}$$

E_{rnn} – похибка розташування

E_n – похибка налагодження

E_t – похибка температурних деформацій.

Тому приймаємо,

$$a = 1,2$$

$$E_{p.n.} = 0,02 \text{ мм}$$

$$E_i = 0,012 \text{ мм}$$

$$E_{z.n.} = 0,098 \text{ мм}$$

$$E_{\sigma} = 0 \text{ мм}$$

$$E_{rnn} = 0 \text{ мм}$$

$$E_z = 0,012 \text{ мм}$$

$$E_n = 0,012 \text{ мм}$$

$$E_{np} = 0,03 \text{ мм}$$

$$E_t = 0 \text{ мм}$$

Отже, сумарна похибка:

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E\Sigma = 1,22\sqrt{0,012^2 + 0,012^2 + 0,03^2 + 0,02^2 + 0,098^2} = 0,016_{\text{мм}}$$

Висновок: спроектований контрольний пристрій забезпечує необхідну точність вимірювання.

РОЗДІЛ 4

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПРОЕКТУВАННЯ МЕХАНІЧНОЇ ДІЛЬНИЦІ

4.1 Уточнення типу виробництва корпусу

Для розрахунку плану дільниці початкові дані:

- партія 50000 штук
- дві зміни при п'ятиденному тижні:

Для розрахунку верстатомісткості виробу використовуємо технологічний процес основної деталі – приставника, для виготовлення якої проектується дільниця цеху.

Коефіцієнт приведення визначаємо:

$$T_i = T \cdot K_o,$$

По специфікації і креслення деталей визначаємо масу, виробничу програму, кількість оброблюваних поверхонь. Далі розраховуємо коефіцієнт приведення за масою, серійністю і складністю.

Коефіцієнт приведення за масою K_m :

$$K_m = \sqrt[3]{\left(\frac{Q_x}{Q}\right)^2},$$

Коефіцієнт приведення за серійністю $K_{сер}$ визначається:

$$K_{сер} = \left(\frac{N_x}{N}\right)^{0,15-0,20},$$

Коефіцієнт приведення за складністю визначаємо:

$$K_{скл} = \sqrt{\frac{H_x}{H}},$$

де H_x – к-сть оброблюваних поверхонь деталі;

H – к-сть оброблюваних поверхонь деталі представника.

Всі розрахунки зводимо у таблицю 4.1.

4.2 Визначення кількості працівників на дільниці

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для уточнення типу виробництва беремо коефіцієнт закріплення операцій $K_{з.о.}$:

$$K_{з.о.} = \frac{32}{10} = 3,2$$

Таблиця 4.2 - Уточнення типу виробництва за приведеним коефіцієнтом

№	Операція	К-сть обладнання		Факт. коефіцієнт завантаження	Кількість операцій закріплених за робочим місцем, С
		Розрахункова M_p	Прийнята M_p		
1	Карусельно-фрезерна	0,09	1	0,09	9
2	Горизонтально-фрезерна	0,22	1	0,22	4
3	Горизонтально-фрезерна	0,19	1	0,19	4
4	Вертикально-свердлильна	0,34	1	0,34	3
5	Координатно-розточувальна з ЧПК	2,60	3	0,87	1
6	Горизонтально-розточувальна з ЧПК	0,59	1	0,59	2
7	Вертикально-свердлильна	0,31	1	0,31	3
8	Агрегатна	0,13	1	0,13	6
	Разом по ТП	4,43	10	0,44	32

Згідно з технологічним процесом і технологічним нормуванням механічного обладнання корпусу виробничого обладнання, його завантаження беремо з таблиці 2.9.

Потрібна кількість технологічного обладнання визначається за формулою:

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_p = \frac{T_{шт} \cdot N}{60 \cdot \Phi_{\partial} \cdot K_{з.н.}},$$

Для аналізу ступеня використання виробничого обладнання розраховуємо коефіцієнт його завантаження $K_{з.н.}$.

$$K_{з.н.} = \frac{C_p}{C_{пр}},$$

де $C_{пр}$ – кількість верстатів для виконання річної програми випуску. Всі розрахунки зводимо в таблиці 4.3.

4.3 Розрахунок виробничої площі дільниці

Площа дільниці механічного оброблення. Згідно [7], приймаємо виробничу питому площу на один верстат:

$$O_{пит.в.} = 20 \text{ м}^2/\text{в}$$

Тоді площа дільниці механічного корпусу буде складати:

$$S'_1 = 10 \cdot 20 = 200 \text{ м}^2$$

Загальна площа дільниць механічного оброблення:

$$S_1 = S'_1 + S'_2 = 200 + 1000 = 1200 \text{ м}^2$$

4.5 Основні техніко-економічні показники дільниці

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.2 – Техніко-економічні показники

№ п/п	Показник	Одиниці виміру	Проектний варіант
1	Річний випуск продукції:		
	- натуральний	шт.	50000
	- обсяг продукції	грн	179966
2	Капітальні затрати:		
	- загальні	грн.	173149
	- питомі	грн	9,61
3	Виробіток на одного працюючого	грн	169721,9
4	Верстати	шт	9
5	Енергопотужність обладнання	кВт	41
6	Площа виробнича та допоміжна	м ²	148
7	Кількість робітників	чол	15
8	Річний фонд зарплати	грн	2997470
9	Середньомісячна зарплата	грн	1980
10	Випуск продукції:		
	- 1м ²	грн.	122
	- 1 грн	грн	0,1
11	Завантаження обладнання	%	0,87
12	Повна собівартість:		
	-одиниці продукції	грн.	18,8
	- річного обсягу	грн	940000
13	Ефективність капіталовкладень		0,91
14	Окупність капітальних вкладень	рік	2,5
15	Річний економічний ефект	грн	805467

Аналізуючи результати розрахунків техніко-економічних показників робимо висновок про доцільність впровадження даного варіанту техпроцесу. Економічний ефект свідчить про економічну ефективність нового проекту. Термін окупності скоротився у два рази і становить 2,5 роки.

РОЗДІЛ 5

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори виробництва

Основними активними небезпечними та шкідливими виробничими факторами для більшості металорізальних верстатів при їх експлуатації є:

- вібрація – неврівноважені силові дії, що виникають при роботі вузлів та механізмів;
- механічна безпека - рухові частини обладнання;
- рухомий ріжучий інструмент;
- стружка матеріалу;
- нагріті поверхні заготовок під час обробка;
- втома;
- швидкість обертання шпинделів;
- високий рівень шуму;
- надзвичайна підвищена запиленість робочої зони оператора;
- електромагнітне поле.

При обробці деталей різанням, окрім активних факторів, що впливають на працівників, виникають небезпечні виробничі фактори пасивно-активної групи, дія яких на працівників носить негативний характер, викликаючи різного типу захворювання.

Фактори пасивної групи – це виникнення небезпечних явищ, що пов'язані з недостатньою міцністю конструкції верстата, а також підвищеними навантаженнями на вузли та механізми.

5.2 Виникнення травматизму та професійних захворювань

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До факторів щодо погіршення здоров'я робітника відносяться: наявність домішок в повітрі, шум, дуже погане освітлення.

Масильно-охолоджувальні рідини – це джерела наявності шкідливих домішок в повітрі. Шум виникає при роботі двигуна, при переміщенні оператора, роботі передач та підсилюється при незбалансованості вузлів верстата.

3.3 Нормативні вимоги щодо безпеки праці

5.3.1 Норми для освітлення

Для забезпечення належних умов роботи працівників поряд з виконанням правил техніки безпеки важливе значення має створення сприятливого мікроклімату, нормального освітлення, зниження шуму, правильне пофарбування стін, верстатів, транспортних засобів тощо.

Якісне освітлення підвищує продуктивність праці, покращує якість деталей, а також зберігає зір робітника. Освітлення буває природне (денне світло) і штучне (електричні лампи).

Нормування освітлення виробничих приміщень проводиться в залежності від розряду робіт.

5.3.2 Нормування виробничих шумів у приміщенні

Шум дуже шкідливо впливає на здоров'я і роботоздатність працівників. Робітник, що працює при шумі, звикає до нього. Тривала дія сильного шуму викликає стомлення, призводить до погіршення слуху та до втрати слуху, погіршується процес травлення їжі.

Нормування шуму проводиться по рівню звуку в децибелах та згідно певних рекомендацій.

5.3 Захисне заземлення

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вертикальні електроди (сталеві труби) використовуємо у якості заземлення (діаметр 30мм. і довжина 2 – 2,5м.) Заземлювачі опущено у ґрунт на 0,8м.

Опір заземлювача:

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

де $l = 2,5$ м;

$d = 40 - 55$ мм;

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

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

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

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

φ – коефіцієнт сезонності = 1,5.

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

Відстань від поверхні ґрунту до стержня:

$$t = n + \frac{1}{2}, \quad (6.3)$$

де n – відстань, м.

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

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

Опір заземлювача, вкладеного на глибину h :

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

де $b = 0,7 - 0,75$ м;

$h = 1,5$ м.);

L – довжина полоси, м.

$$L = a \cdot n,$$

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $a = 3 - 5$ м.);

n – кількість заземлювачів.

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

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

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

Приймаємо: $n = 10$

$$L = 4 \cdot 10 = 40 \text{ м}$$

Опір полоси:

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

Загальний опір:

$$R_{\text{з}} = \frac{R_{\text{мп}} \cdot R_{\text{н}}}{R_{\text{мп}} \cdot \eta_{\text{мп}} + R_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{н}} \cdot n},$$
$$R_{\text{з}} = \frac{39,50 \cdot 30,84}{39,50 \cdot 0,75 + 30,84 \cdot 0,95 \cdot 10} = 4,17 \text{ Ом}$$

5.4 Розрахунок природнього освітлення

Для визначення розмірів світлових отворів при боковому освітленні користуємося формулою:

$$100 \frac{S_0}{S_n} = \frac{l_{\text{лім}} \cdot \kappa_3 \eta}{r_1 \cdot \tau_0} \cdot \kappa_{\sigma},$$

Світлопропускання, що вираховується за формулою:

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5,$$

де τ_1, τ_2, τ_3 – коефіцієнт світлопропускання

τ_4 – коефіцієнт, який враховує витрати світла;

τ_5 – коефіцієнт, який враховує витрати світла в захисній сітці

Площа світлових отворів S_0 :

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_o = \frac{S_n \cdot l_{\text{im}} \cdot \kappa_3 \cdot \kappa_\sigma}{100 \cdot r_1 \cdot \tau_0},$$

$$\tau_0 = 0,8 \cdot 0,75 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,49$$

$$S_o = \frac{2692 \cdot 1,2 \cdot 1,5}{100 \cdot 1,25 \cdot 0,49} \cdot 1,1 = 88,79 \text{ м}^2$$

Знаходимо кількість вікон n_B :

$$n_B = S_o / S_1,$$

$$n_B = 88,79 / 8,45 = 12,99 \text{ шт.}$$

Приймаємо: $n_B = 13$.

5.4 Пожежна профілактика

Приміщення проектованої ділянки з точки зору пожежної безпеки відносяться до категорії Д – пожежобезпечні. Згідно з СНиП 2.09.02–95 “Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений”. До цієї категорії відносяться виробництва, в яких оброблюються негорючі речовини і речовини в холодному стані.

Допустима площа поверху в межах пожежного відсіку визначається згідно з СНиП 2.09.02 – 95.

Ступінь вогнестійкості будівель і споруд визначається згідно з СНиП 2.09.02 – 95.

Будівля, в якій розташовано цех, відноситься до II ступеня вогнестійкості.

Евакуаційні шляхи в цеху забезпечують евакуацію всіх людей, які знаходяться в приміщенні.

Згідно з СНиП 2.10.02–95 максимальну віддаль від найвіддаленішого евакуаційного виходу в одноповерхових будинках приведено в таблиці 5.1.

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.1 - Максимальна віддаль від найвіддаленішого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу

Розміщення виходу	Категорія приміщення і ступінь вогнестійкості	Віддаль при щільності людського потоку, М			
		до 2	2 – 3	3 – 4	4 – 5
Між двома виходами назовні	Д	до 2	2 – 3	3 – 4	4 – 5
	П	180	140	120	100

Для гасіння пожежі в цеху встановленні пожежні гідранти. Вони використовуються як для внутрішнього так і для зовнішнього пожежогасіння. Крім того в цеху встановленні пожежні щити з вогнегасниками ОХП–10 з розрахунку 1 на 300 м кв. площі цеху і ОУ–5 з розрахунку 1 на 10 двигунів.

Кількість вогнегасників ОХП – 10: $n = 985 / 300 = 3,1$

Приймаємо: $n = 4$ шт.

Кількість вогнегасників ОУ – 5: $n = 120 / 10 = 12$ шт.

Два пожежні пункти цеху забезпечені таким інвентарем:

- відро – 2 шт
- лопати – 2 шт
- лом – 1 шт
- кирка – 1 шт
- ящик з піском – 0,5 м³
- азбестове полотно – 1×1 м

У цеху також встановлено автоматичну пожежну сигналізацію, яка спрацьовує від пожежних датчиків.

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У результаті вирішення завдань, винесених на випускну роботу, виконане наступне:

- проаналізовано діючий варіант ТП виготовлення деталі;
- запропоновано нова заготовка деталі;
- проведено структурний аналіз ТП виготовлення деталі;
- для розробленого варіанту ТП заготовки розраховані величини загальних і проміжних припусків операційних розмірів;
- для нового ТП визначені режими різання;
- модернізовано існуючі і спроектовано нове технологічне оснащення;
- термін окупності даного ТП становить 2,5 роки.

					002В-23.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 - Визначення методів оброблення

Поверхня	Розмір, мм	Квалітет	Шорсткість,	Допуск T, мкм	Допуск заготовки T _{заг} ,	Уточнення за кресленням $\epsilon_{кр} = \frac{T_{за}}{T}$	Можливі методи оброблення	Точність оброблення за довідником T _д , мм	Шорсткість оброблення за довідником R _{макс} , мкм	Дійсне значення уточнення $\epsilon_{д} = \frac{T_y}{T_i}$	Загальне значення уточнення $\epsilon_{заг} = \frac{P\epsilon_{oi}}{i-1}$
1,2	50,5	14	740	1,2 5	1200	1,62	1. Фрезерування Одноразове	300	5,3	4,0	16,22
							2. Шліфтування Одноразове	74	0,63	4,05	
9	22	6	13	0,6 3	520	40	1. Розточування одноразове	130	1,6	4,0	57,78
							2. Розточування чистове	33	0,4	3,94	
							3. Розточування тонке	9	0,2	3,67	
12	90	8	54	2,5	870	16,11	1. Розточування чорнове	220	1,6	3,95	15,26
							2. Розточування чистове	57	0,4	3,86	

002В-23.00.00.00.000 ПЗ

Змн. Арк. № док. Підпис Дата

Арк.

Змін.	
Арк.	
№ док.м.	
Підпис	
Дата	

002В - 23.00.00.00.000 ПЗ

Таблиця 2.2 - Розмірний аналіз технологічного процесу

№ п/п	Розрахункове рівняння	Шука на ланка	Розмір, що визначається, мм			
			Номинальний	Допуск	Технологічний	Граничне значення
1	2	3	4	5	6	7
1	$-A_3 + S_4 = 0$	S_4	$S_4 = A_3 = 47,5$	0,740	$S_4 = 47,5 \pm 0,370$	-
2	$-A_2 + S_5 = 0$	S_5	$S_5 = A_2 = 15$	0,430	$S_5 = 15 \pm 0,215$	-
3	$-A_1 + S_6 = 0$	S_6	$S_6 = A_1 = 19,5$	0,520	$S_6 = 19,5 \pm 0,260$	-
4	$-Z_4 - S_4 + S_3 = 0$ $Z_{\min} = S_{3\min} + S_{4\max}$	S_3	$S_{3\min} = S_{4\max} + Z_{4\min} =$ $= 47,870 + 0.2 = 48,070$	0,190	$S_3 = 48^{+0,260}_{-0,070}$	$Z_3 = 48^{+0,260}_{-0,070} - 47,5^{+0,370}_{-0,370} =$ $= 0,5^{+0,63}_{-0,30}$
5	$-Z_2 - S_2 - S_3 = 0$ $Z_{7\min} = S_{2\min} - S_{3\max}$	S_2	$S_{2\min} = Z_{2\min} + S_{3\max} =$ $= 0,2 + 48,26 = 48,46$	0,190	$S_2 = 48,5^{+0,150}_{-0,040}$	$Z_3 = 48^{+0,260}_{-0,070} - 47,5^{+0,370}_{-0,370} =$ $= 0,5^{+0,22}_{-0,80}$

Продовження таблиці 2.2

Арк.

Змін.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата	1	2	3	4	5	6	7
					6	$-Z_3 - S_2 + S_1 = 0$ $Z_{3\min} = S_{1\min} - S_{2\max}$	S_1	$S_{1\min} = Z_{3\min} + S_{2\max} =$ $= 0,8 + 48,650 = 49,450$	0,390	$S_1 = 49,5^{+0,240}_{-0,050}$	$Z_3 = 49,5^{+0,350}_{-0,050} - 48,5^{+0,260}_{-0,040} =$ $= 1,0^{+0,36}_{-0,20}$
					7	$-Z_1 - B_3 - S_1 = 0$ $Z_{1\min} = B_{3\min} - S_{1\max}$	B_3	$B_{3\min} = Z_{1\min} + S_{1\max} =$ $= 0,8 + 49,840 = 50,640$	1,200	$B_3 = 51^{+0,840}_{-0,360}$	$Z_1 = 51^{+0,840}_{-0,360} - 52,5^{+0,340}_{-0,050} =$ $= 1,5^{+0,89}_{-0,70}$
					8	$-Z_5 - B_1 + B_3 - S_1 +$ $+ S_2 - S_3 + S_6 = 0$ $Z_{5\min} = B_{3\min} - S_{2\min} +$ $+ S_{6\min} - B_{1\max} -$ $- S_{1\max} - S_{3\max}$	B_1	$B_{1\max} = B_{3\min} - S_{1\max} - S_{3\max} -$ $- Z_{5\min} + S_{2\min} + S_{6\min} =$ $= 50,640 - 49,840 - 48,260 -$ $- 0,8 + 48,460 + 22,240 = 22,44$	0,840	$B_1 = 22^{+0,240}_{-0,600}$	$Z_5 = (51^{+0,840}_{-0,360} + 51,5^{+0,150}_{-0,040} +$ $+ 22,5^{+0,260}_{-0,260}) - (22^{+0,240}_{-0,600} +$ $+ 52,5^{+0,340}_{-0,050} + 51^{+0,260}_{+0,070}) =$ $= 2,5^{+1,83}_{-1,70}$
					9	$-Z_6 + S_5 - S_4 + S_3 -$ $- S_2 + S_1 = 0$ $Z_{6\min} = S_{5\min} - S_{4\max} +$ $S_{3\min} - S_{2\max} + S_{1\min} -$ $- B_{2\max}$	B_2	$B_{2\max} = -Z_{6\min} + S_{5\min} - S_{4\max} +$ $+ S_{3\min} - S_{2\max} + S_{1\min} =$ $= 0,8 + 14,785 - 50,870 -$ $- 51,070 - 51,650 + 52,450 =$ $= 14,985$	0,580	$B_2 = 14,5^{+0,485}_{-0,095}$	$Z_6 = 15^{+0,215}_{-0,215} - 50,5^{+0,370}_{-0,370} +$ $+ 51^{+0,260}_{-0,070} - 51,5^{+0,150}_{-0,040} +$ $+ 52,5^{+0,340}_{-0,050} - 14,5^{+0,485}_{+0,095} =$ $= 2^{+1,82}_{-1,20}$

002В - 23.00.00.00.00.000 ПЗ

Продовження таблиці 2.2

Арк.

Эм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата	1	2	3	4	5	6	7
					10	$-A_{13} + S_8 = 0$	S_8	$S_8 = A_{13} = 148$	1,000	$S_8 = 148 \pm 0,500$	-
					11	$-Z_8 - S_8 + S_7 = 0$ $Z_{8min} = S_{7min} - S_{8max}$	S_7	$S_{7min} = S_{8max} + Z_{8min} =$ $= 148,500 + 0,8 = 149,30$	0,630	$S_7 = 149,5^{+0,430}_{-0,200}$	$Z_8 = 149,5^{+0,430}_{-0,200} -$ $-14,8^{+0,500}_{-0,500} = 1,5^{+0,930}_{-0,700}$
					12	$-Z_7 + B_{10} - S_7 = 0$ $Z_{7min} = B_{10min} - S_{7max}$	B_{10}	$B_{10min} = S_{7max} + Z_{7min} =$ $= 149,830 + 0,8 = 150,630$	1,600	$B_{10} = 152^{+0,430}_{-0,200}$	$Z_7 = 152^{+0,230}_{-1,370} -$ $-149^{+0,430}_{-0,200} = 2,5^{+0,43}_{-1,70}$
					13	$-A_{12} + S_{10} = 0$	S_{10}	$S_{10} = A_{12} = 52$	0,740	$S_{10} = 51 \pm 0,370$	-
					14	$-A_{10} + S_{16} = 0$	S_{16}	$S_{16} = A_{10} = 11$	0,0065	$S_{16} = 11 \pm 0,00315$ $S'_{16} = 2S_{16} = 22 \pm$ $\pm 0,0065$	-

Продовження таблиці 2.2

002В - 23.00.00.00.00.000 ПЗ

Арк.

Змі.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата	1	2	3	4	5	6	7
					15	$-A_{11} + S_9 - S_{10} = 0$	S_9	$S_9 = S_{10} + A_{11} =$ $= 51 + 46,5 = 97,5$	0,870	$S_9 = 97,5 \pm 0,435$	-
					16	$-Z_{14} - S_{15} + S_{16} = 0$ $Z_{4min} = S_{16min} -$ $- S_{15max}$	S_{15}	$S_{15max} = S_{16min} - Z_{14min} =$ $= 10,99675 - 0,05 =$ $= 10,94675$	0,065	$S_{15} = 10,95_{-0,06825}^{-0,00325}$ $S'_{15} = 21,9_{-0,1365}^{-0,0065}$	$Z_{14} = 11_{-0,00325}^{+0,00325} -$ $- 10,95_{-0,06825}^{+0,00325} =$ $= 0,05 - 0,0715$
					17	$-Z_{13} - S_{14} + S_{15} = 0$ $Z_{13min} = S_{15min} -$ $- S_{14max}$	S_{14}	$S_{14max} = S_{15min} - Z_{13min} =$ $= 10,88175 - 0,2 =$ $= 10,68175$	0,165	$S_{14} = 10_{-0,016175}^{+0,18175}$ $S'_{14} = 2S_{14} =$ $= 21_{-0,0335}^{+0,3635}$	$Z_{13} = 10,95_{-0,06825}^{-0,00325} -$ $- 10,5_{+0,016175}^{+0,18175} =$ $= 0,45_{-0,25}^{-0,02}$
					18	$-Z_{12} - B_3 + S_{14} = 0$ $Z_{12min} = S_{14min} -$ $- B_{9max}$	B_9	$B_{9max} = S_{14min} - Z_{12min} =$ $= 10,51675 - 0,8 =$ $= 9,71675$	0,420	$B_9 = 9,5_{-0,20325}^{+0,21675}$ $B'_9 = 2B_9 = 19_{-0,4065}^{+0,4355}$	$Z_{12} = 10,5_{+0,016175}^{+0,18175} -$ $- 9,5_{-0,20225}^{+0,21675} =$ $= 1,0_{-0,20}^{+0,385}$
					19	$-A_8 + S_{20} = 0$	S_{20}	$S_{20} = A_9 = 25$	0,310	$S_{20} = 25 \pm 0,155$ $S'_{20} = 2S_{20} =$ $= 50 \pm 0,310$	-

002В - 23.00.00.00.00.000 ПЗ

Продовження таблиці 2.2

Арк.

Змін.	
Арк.	
№ док-м.	
Підпис	
Дата	
002В - 23.00.00.00.00.000 ПЗ	
Арк.	

1	2	3	4	5	6	7
25	$-A_9 + S_{13} = 0$	S_{13}	$S_{13} = A_9 = 11$	0,0065	$S_{13} = 11 \pm 0,00325$ $S'_{13} = 2S_{13} =$ $= 22 \pm 0,0065$	-
26	$-Z_{11} - S_{12} + S_{13} = 0$ $Z_{11\min} = S_{13\min} -$ $- S_{12\max}$	S_{12}	$S_{12\max} = S_{13\min} - Z_{11\min} =$ $= 10,99675 - 0,05 = 10,94675$	0,0065	$S_{12} = 10,95^{+0,00325}_{-0,06825}$ $S'_{12} = 2S_{12} = 21,9^{+0,0065}_{-0,1365}$	$Z_{19} = 28^{+0,185}_{-0,185} -$ $- 26,5^{+0,515}_{-0,085} = 1,5^{+0,27}_{-0,70}$
27	$-Z_{10} - S_{11} + S_{12} = 0$ $Z_{10\min} = S_{12\min} -$ $- S_{11\max}$	S_{11}	$S_{11\max} = S_{12\min} - Z_{10\min} =$ $= 10,88175 - 0,2 = 10,68175$	0,165	$S_{11} = 10,5^{+0,18175}_{-0,01675}$ $S'_{11} = 2S_{11} = 21^{+0,3635}_{-0,0335}$	$Z_{10} = 10,95^{+0,00385}_{-0,00628} -$ $- 10,5^{+0,18175}_{+0,01675} = 0,45^{+0,02}_{-0,25}$
28	$-Z_9 - B_8 + S_{11} = 0$ $Z_{9\min} = S_{11\min} -$ $- B_{8\max}$	B_8	$B_{8\max} = S_{11\min} - Z_{9\min} =$ $= 10,51675 - 0,82 = 9,71675$	0,420	$B_8 = 9,5^{+0,21675}_{-0,20325}$ $B'_8 = 2B_8 = 19^{+0,4335}_{-0,4085}$	$Z_9 = 10,95^{+0,18175}_{-0,01675} -$ $- 9,5^{+0,21675}_{-0,20325} = 1,0^{+0,385}_{-0,20}$
29	$-A_6 + S_{19} = 0$	S_{19}	$S_{19} = A_6 = 45$	0,027	$S_{19} = 45 \pm 0,027$ $S'_{19} = 2S_{19} =$ $= 90 \pm 0,054$	-

Продовження таблиці 2.2

ЭМН.	
Арк.	
№ док.м.	
Тілдік	
Дана	
002B - 23.00.00.00.00.000 Т13	
Арк.	

1	2	3	4	5	6	7
30	$- S_{17} + S_{19} - S_{18} = 0$ $Z_{17\min} = S_{19\min} -$ $- S_{18\max}$	S_{18}	$S_{18\max} = S_{19\min} - Z_{17\min} =$ $= 45 - 0,2 = 44,8$	0,175	$S_{18} = 44,5^{+0,300}_{+0,125}$ $S'_{18} = 2S_{18} = 89^{+0,600}_{-0,250}$	$Z_{17} = 45 + 0,027 -$ $- 44,5^{+0,300}_{+0,125} = 0,5^{+0,098}_{-0,30}$
31	$- A_7 + S_{17} = 0$	S_{17}	$S_{17} = A_7 = 43$	0,435	$S_{17} = 43 \pm 0,2175$ $S'_{17} = 2S_{17} =$ $= 86 \pm 0,435$	-
32	$- Z_{16} + S_{18} - S_{17} = 0$ $Z_{16\min} = S_{18\min} -$ $- S_{17\max}$	-	-	-	-	$Z_{16} = 44,5^{+0,300}_{+0,125} -$ $- 43^{+0,2175}_{+0,2175} = 1,5^{+0,5175}_{-0,915}$
31	$- Z_{15} + S_{17} - B_6 = 0$ $Z_{15\min} = S_{17\min} -$ $- B_{6\max}$	B_6	$B_{6\max} = S_{17\min} - Z_{15\min} =$ $= 42,7825 - 0,8 = 41,9825$	0,700	$B_6 = 41,5^{+0,4825}_{-0,2175}$ $B'_6 = 2B_6 = 83^{+0,965}_{+0,435}$	$Z_{15} = 43^{+0,2175}_{-0,2175} -$ $- 41,5^{+0,4225}_{-0,2175} = 1,5^{+0,435}_{-0,70}$

Таблиця 2.3 - Режими різання

Операція	Глибина різання t, мм	Подача S _o , мм/об		Частота оберт. n, хв. ⁻¹		Швид. різання		Розраху нкова Потужн ість	Обладнання	
		S розрах.	S пасп.	n розрах	n пасп.	V розрах.	V пасп.		Модель	Потуж кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
005 Карусельно- фрезерна Фр-на пов. 1, 2 начорно, начисто	1,6 0,4	0,2; 0,1 мм/зуб	0,2; 0,1 мм/зуб	140,06	125	110 115	98,17	1,72 1,18	621М	10,0
010 Гориз.-фрезерна Фр-ти пов 3, 4	1,6	0,2 мм/зуб	0,2 мм/зуб	218,83	200	110	100,53	1,36	6Н804Г	1,5
015 Гориз.-фрезерна Фр-ти пов 5, 6	1,6	0,2 мм/зуб	0,2 мм/зуб	218,83	200	110	100,53	1,36	6Н804Г	1,5
020 Верт.-свердлильна Св-ти 4 отв. 7, Цекув. 4 отв. 8	7	0,32	0,30	386,52	400	17	17,59	8,31	2Г175Б	11,0

002В-23.00.00.00.000 ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	5	7	9	10	11
<i>025 Координатно-розточувальна з ЧПК</i>							
1. Розточити 2 отв. 9 начорно	1,6	0,4	1114,0	77	0,83	2455 АФ1	3,8
2. Те ж, наначисто	0,5	0,25	1446,86	100	0,74		
3. Те ж, тонко	0,10	0,10	1519,21	105	0,63		
4. Розточити отв. 11	1,6	0,4	285,0	77	1,02		
5. Розточити отв. 12 начорно	1,6	0,4	275,33	77	1,27		
6. Те ж, начисто	0,5	0,25	353,67	100	0,13		
7. Розточити отв. 16	1,6	0,4	490,20	77	0,98		
8. Підрізати торець 14	0,5	0,4	272,33	77	0,77		
9. Підрізати торець 15	0,5	0,4	272,33	77	0,75		
10. Розточити фаску 13	1,0	0,4	272,33	77	0,52		
11. Свердли 2 отв. 26	3,9	0,16	734,56	18	1,02		
12. Зенкувати 2 фаски 27	1,0	0,16	734,56	18	0,21		

002В-23.00.00.00.000 ПЗ

Змін. Арк. № док. Підпис Дата

Арк.

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	5	7	9	10	11
5. Зенкувати фаски 23 одночасно (2x3)	0,5	0,08	1167,14	11	0,71		
6. Нарізати різьбу 24 одночасно (2x3)	0,5	0,5	742,72	7	2,01		

002В-23.00.00.00.000 ПЗ

Змін.
Арк.
№ док.
Підпис
Дата

Арк.

Таблиця 2.4 - Нормування ТП

Операція	T _о	T _д					T _{оп}	T _{об} + T _{відп}	T _{шт}
		T _{у.з}	T _{з.в}	T _{уп}	T _{вим}	T _{д.заг}			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>005 Карусельно-фрезерна.</i> Фр-ти пов 1, 2 начор., начисто	0,23	-	-	-	-	- *	0,23	0,02	0,25
<i>010 Гориз.-фрезерна.</i> Фр-ти пов 3, 4 з одного установа	0,17	0,14	0,02	0,34	0,06	0,56	0,73	0,06	0,79
<i>015 Гориз.-фрезерна.</i> Фр-ти пов 5, 6 з одного установа	0,09	0,14	0,02	0,34	0,06	0,56	0,65	0,05	0,70
<i>020 Верт.-свердл.</i> Свердлити 4 отв. 7 цекувати 4 отв. 8	0,50	0,07	0,02	0,34	0,21	0,64	1,14	0,09	1,23
<i>025 Координатно-розточувальна з ЧПК</i>									
1. Розточити 2 отв. 9 начорно	0,22	0,03	0,01	0,34	-	0,38	0,60	0,05	0,65
2. Теж, начисто	0,28	-	-	0,20	-	0,20	0,48	0,04	0,52
3. Теж, тонко	0,66	-	-	0,20	0,05	0,25	0,91	0,07	0,98
4. Розточити отв. 11	0,26	-	-	0,20	0,05	0,25	0,51	0,04	0,55
5. Розточити отв. 12 начорно	0,09	-	-	0,20	-	0,20	0,29	0,02	0,31

002В-23.00.00.00.000 ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6. Теж, начисто	0,11	-	-	0,20	0,05	0,25	0,36	0,03	0,39
7. Розточити отв. 16	0,15	-	-	0,20	0,05	0,25	0,40	0,03	0,43
8. Підрізати торець 14	0,96	-	-	0,20	0,06	0,26	1,22	0,10	1,32
9. Підрізати торець 15	0,96	-	-	0,20	0,06	0,26	1,21	0,10	1,31
10. Розточити фаску 13	0,05	-	-	0,20	0,06	0,26	0,31	0,02	0,33
11Свердли 3 отв. 26	1,70	-	-	0,20	0,05	0,25	1,95	0,16	2,11
12. Зенкувати 2 фаски 27	0,02	0,03	0,01	0,20	-	0,24	0,26	0,02	0,28
Разом по операції 025	5,47	0,06	0,02	2,74	0,49	3,31	8,78	0,70	9,48
<i>030 Горизонтально-розточувальна з ЧПК</i>									
1. Розточити отв. 17	0,11	0,03	0,01	0,34	0,05	0,43	0,54	0,04	0,58
2. Розточити отв. 18	0,16	-	-	0,20	0,05	0,25	0,41	0,03	0,44
3. Підрізати торець.	0,75	0,03	0,01	0,20	0,06	0,30	1,05	0,08	1,13
Разом по операції 030.	1,02	0,06	0,02	0,74	0,16	0,98	2,0	0,16	2,16
035. Верт.-свердл. Свердли 4 отв. 25 одночасно	0,50	0,07	0,02	0,34	0,11	0,54	1,04	0,08	1,12

002В-23.00.00.00.000 ПЗ

Змін.

Арк.

№ док.м.

Підпис

Дата

Арк.

Змін.	
Арк.	
№ док.м.	
Підпис	
Дата	
002В-23.00.00.00.000 ПЗ	
Арк.	

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>040 Агрегатна</i>									
1. Свердлими 4 отв. 19 одночасно	0,22	-	-	-	-	-	0,22	0,02	0,24
2. Зенкувати фаски 20 одночасно	0,01	-	-	-	-	-	0,01	0,01	0,02
3. Нарізати різьбу 21 одночасно	0,06	-	-	-	-	-	0,06	0,01	0,07
4. Свердлими 6 отв. 22 одночасно (2x3)	0,43	-	-	-	-	-	0,43	0,03	0,46
5. Зенкувати фаски 23 одночасно (2x3)	0,03	-	-	-	-	-	0,03	0,01	0,04
6. Нарізати різьбу 24 одночасно (2x3)	0,11	-	-	-	-	-	0,11	0,01	0,12
Разом по операції 040	0,43	-	-	-	-	-	0,43	0,03	0,46
Разом по ТП	8,41	0,54	0,10	4,84	1,09	6,57	14,98	1,19	16,17

12. Гетун Г.В. Основи проектування промислових будівель: Навч. посіб. / Г.В. Гетун.– К.: Кондор, 2009. – 210 с.

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., 1990. – 286 с.

					002В-23.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		