

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

**бакалавр**

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Вдосконалення технологічного процесу механічного оброблення  
корпуса ТК3006Б**

Виконав: студент IV курсу, групи МТс-41

спеціальності 131 прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

\_\_\_\_\_ Зелінський І. Р.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник \_\_\_\_\_ Ткаченко І. Г.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль \_\_\_\_\_ Ткаченко І. Г.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Окіпний І. Б.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій  
(повна назва факультету)  
Кафедра інжинірингу машинобудівних технологій  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
Окіпний І. Б.  
(підпис) (прізвище та ініціали)  
« 21» січня 2022 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
(назва освітнього ступеня)  
за спеціальністю 131 прикладна механіка  
(шифр і назва спеціальності)  
студенту Зелінському Іллі Руслановичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Вдосконалення технологічного процесу механічного оброблення корпусу  
ТК3006Б

Керівник роботи Ткаченко Ігор Григорович, к. т. н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 21» січня 2022 року № 4/7-27  
2. Термін подання студентом завершеної роботи 14 червня 2022 року.  
3. Вихідні дані до роботи Базовий технологічний процес виготовлення корпусу ТК3006Б,  
тип виробництва – середньосерійний, річна програма випуску 16000 шт.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)  
Реферат. Зміст. Вступ. Загально-технічна частина. Технологічна частина.  
Конструкторська частина. Безпека життєдіяльності, основи хорони праці.  
Висновки. Перелік посилань.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)  
Заготовка деталі ТК3006Б – А2; Пристосування токарне для розточування 2-х отв. Ø50 – А1;  
Технологічне налагодження на операцію токарно-револьверну – А1;  
Пристрій для фрезерування деталі в розмір 53 – А1; Кондуктор для свердління 4-х отв. Ø8,4 – А1;  
Державка для розточування 2-х отв. Ø50 – А2;  
Пристрій для контролю співвісності 2-х отворів Ø52Н9 – А1.



## РЕФЕРАТ

Зелінський Ілля Русланович, кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр на тему: «Вдосконалення технологічного процесу механічного оброблення корпусу ТК3006Б». Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, кафедра інжинірингу машинобудівних технологій, група МТс-41. Керівник – канд. техн. наук, доцент Ткаченко Ігор Григорович.

Мета роботи – вдосконалення технологічного процесу механічного оброблення корпусу ТК3006Б.

Завдання роботи: вдосконалити маршрутно-операційний технологічний процес механічного оброблення корпусу ТК3006Б; вибрати та обґрунтувати спосіб одержання заготовки; здійснити техніко-економічне обґрунтування вдосконаленого технологічного процесу виготовлення деталі; підібрати спеціальне технологічне оснащення для реалізації вдосконаленого технологічного процесу; розробити заходи з безпеки життєдіяльності та охорони праці.

Об'єкт розробки – технологічний процес механічного оброблення корпусу ТК3006Б.

Практичне значення отриманих результатів: вдосконалено технологічний процес механічного оброблення корпусу ТК3006Б, здійснено вибір спеціальних пристосувань.

Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, переліку посилань із 11 найменувань та додатків. Обсяг основної частини роботи становить 56 сторінок, 6 рисунків, 12 таблиць, додатків – 39 сторінок. Графічна частина включає 6 аркушів формату А1.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	6
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА .....	7
1.1 Службове призначення та характеристики об'єкту виробництва. Аналіз технічних вимог на виріб .....	7
1.2 Аналіз базового технологічного процесу .....	11
1.3 Висновки та постановка задач на кваліфікаційну роботу .....	11
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА .....	12
2.1 Характеристика типу та організаційної форми виробництва .....	12
2.2 Вибір та техніко-економічне обґрунтування способу одержання заготовки .....	14
2.3 Вибір технологічних баз .....	16
2.4 Вибір варіанту технологічного маршруту механічного оброблення ...	19
2.5 Визначення припусків на оброблення та розмірів заготовки .....	25
2.6 Вибір різальних, вимірювальних та допоміжних інструментів .....	31
2.7 Визначення режимів оброблення та технічних норм часу .....	34
2.8 Техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу виготовлення деталі .....	40
3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА .....	45
3.1 Пристосування токарне для розточування 2-х отворів $\varnothing 50H11$ .....	45
3.2 Пристрій для фрезерування деталі в розмір 53 .....	46
3.3 Кондуктор для свердління 4-х отворів $\varnothing 8,4$ .....	47
3.4 Пристрій для контролю співвісності 2-х отворів $\varnothing 52H9$ .....	48
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ .....	50
4.1 Вплив шуму на організм людини і заходи щодо зниження його рівня .....	50
4.2 Правила техніки безпеки при експлуатації абразивних кругів .....	51
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....	55
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	56
ДОДАТКИ .....	57

## ВСТУП

Вдосконалення технології виготовлення деталей і машин в цілому є актуальним завданням для промисловості нашої держави, яка знаходиться на етапі свого відновлення.

Разом з використанням передових досягнень та досвіду промислово розвинутих країн світу під час розроблення технології виробництва деталей машин слід враховувати реальний стан справ у промисловій галузі, зокрема – наявний верстатний парк.

Ефективність виробництва, його технічний прогрес, якість продукції, що виробляється в першу чергу залежить від випереджаючого розвитку верстатобудування, технологічного оснащення і обладнання, ефективного використання методів техніко-економічного аналізу для вирішення технічних проблем, а також для оцінки технологічних і конструкторських розробок.

На сучасному етапі розвитку машинобудування можна створювати вироби, застосовуючи різноманітне обладнання, методи і схеми оброблення та складання, технологічне спорядження тощо. При цьому відрізнятимуться лише затрати на виробництво, що в умовах ринкової економіки матиме суттєве значення.

Тому необхідно розробляти і впроваджувати у виробництво лише такі конструктивні та технологічні розробки, які вимагають мінімальних термінів освоєння та найменших виробничих затрат.

## 1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

### 1.1 Службове призначення та характеристики об'єкту виробництва.

#### Аналіз технічних вимог на виріб

Деталь «Корпус ТК3006Б» – це корпус одноступеневого конічного редуктора приводу ведучого барабана траншеєкопача ТКУ-0,9А. Це сталева відливка корпусного типу з тонкими стінками. Даний виріб є базовою деталлю редуктора і служить для розміщення у ньому решти складальних одиниць. Він повинен забезпечувати належну точність взаємного розміщення деталей редуктора як у статичному стані, так і під час роботи траншеєкопача, а також відсутність вібрацій та відповідний ресурс роботи.

За призначенням поверхні деталі поділяються на основні базові, робочі, допоміжні базові і вільні поверхні.

Призначення поверхонь деталі наступне (див. рис. 1.1). Отвори  $\varnothing 52$  Н9 (пов.  $B$  і  $B_1$ ) служать для монтажу ведучого вала редуктора, на якому встановлена ведуча шестерня. Отвір  $\varnothing 88$  Н9 (пов.  $A$ ) служить для монтажу підшипникового вузла веденого вала редуктора. Згадані отвори є основними базовими поверхнями.

До плоских торцевих поверхонь  $B$ ,  $B_1$ , та  $O$  кріпляться кришки підшипників та корпус підшипникового вузла веденого вала. Ці поверхні є допоміжними базовими поверхнями.

Різьбові отвори (пов.  $P$  та  $P_1$ ) служать для закріплення за допомогою болтів кришок редуктора. Різьбові отвори (пов.  $C$ ) служать для закріплення за допомогою шпильок підшипникового вузла веденого вала редуктора. Різьбовий отвір (пов.  $T$ ) служать для встановлення пробки. Решта поверхонь є вільними.

Після ознайомлення з конструктивними особливостями деталі проводимо аналіз технічних умов, під час якого виявляємо технологічні задачі обробки деталі. Визначивши найвідповідальніші поверхні вибираємо методи кінцевої обробки і методи контролю технічних вимог.

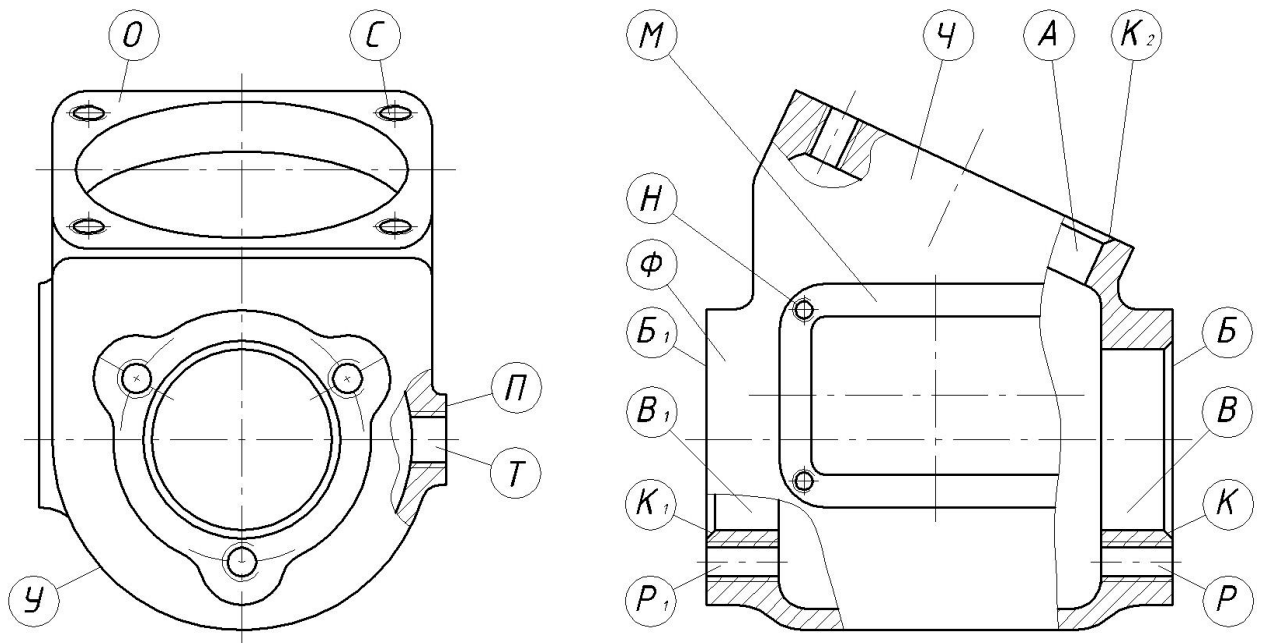


Рисунок 1.1 – Загальний вигляд деталі з позначеними поверхнями

Найбільш відповідальними поверхнями деталі є отвори  $\varnothing 52$  Н9 (пов.  $B$  і  $B_1$ ) до них висувається вимога щодо співвісності: відхилення співвісності двох отворів відносно спільної осі – 0,15 мм., а також отвір  $\varnothing 88$  Н9 (пов.  $A$ ). Обробляються всі отвори з шорсткістю  $Ra2,5$  і  $Rz20$ .

Виходячи з аналізу основних технічних вимог, приведемо методи їх виконання і контролю (див. табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Аналіз технічних умов

Позначення поверхні	Технічна умова або вимога	Метод виконання	Метод контролю
1	2	3	4
$A$	Забезпечити точність розмірів по 9-му квалітету і шорсткість поверхонь $Rz20$	Розточування чистове	Контроль розмірів здійснюється пробкою або нутроміром, а якості обробки – зразками шорсткості
$B, B_1$	Забезпечити точність розміру $130 \pm 0,5$ мм і шорсткість поверхні $Rz40$	Точіння напівчистове	Контроль розмірів здійснюється скобою, а якості обробки – зразками шорсткості



Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4
<i>B, B<sub>1</sub></i>	Забезпечити точність розміру по 9-му квалітету, співвідношення отворів – 0,15 мм і шорсткість поверхонь <i>Ra2,5</i>	Протягування чистове	Контроль розмірів здійснюється пробкою, співвідношення – спеціальним пристроєм, а якості обробки – зразками шорсткості
<i>K, K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub></i>	Забезпечити точність розміру $1 \times 45^\circ$ по 14-му квалітету і шорсткість поверхні <i>Rz40</i>	Точіння напівчистове	Контроль розміру здійснюється кутоміром, а якості обробки – зразками шорсткості
<i>M</i>	Забезпечити точність розміру $53 \pm 0,3$ мм і шорсткість поверхні <i>Rz40</i>	Фрезерування із застосуванням спеціального пристрою	Контроль розміру здійснюють шаблоном, а якості обробки – зразками шорсткості
<i>H</i>	Забезпечити позиційне розміщення осей отворів в межах 0,3 мм, точність розмірів М6 по 7-му квалітету і шорсткість поверхні <i>Rz20</i>	Свердління і нарізання різі із застосуванням спеціального пристрою	Контроль розмірів здійснюється калібром і пробкою, а якості обробки – зразками шорсткості
<i>O</i>	Забезпечити точність розміру $48 \pm 0,3$ мм і шорсткість поверхні <i>Rz40</i>	Точіння напівчистове	Контроль розміру здійснюється калібром і кутоміром
<i>П</i>	Забезпечити точність розміру $4 \pm 0,3$ мм і шорсткість поверхні <i>Rz40</i>	Фрезерування із застосуванням спеціального пристрою	Контроль розміру здійснюється шаблоном, а якості обробки – зразками шорсткості
<i>P, P<sub>1</sub></i>	Забезпечити позиційне розміщення осей отворів в межах 0,3 мм, точність розмірів М8 по 7-му квалітету і шорсткість поверхні <i>Rz20</i>	Свердління і нарізання різі із застосуванням спеціального пристрою	Контроль розмірів здійснюється калібром і пробкою, а якості обробки – зразками шорсткості

Кінець таблиці 1.1

1	2	3	4
<i>C</i>	Забезпечити позиційне розміщення осей отворів в межах 0,3 мм, точність розмірів M10 по 7-му квалітету і шорсткість поверхні Rz20	Свердління і нарізання різі із застосуванням спеціального пристрою	Контроль розмірів здійснюється калібром і пробкою, а якості обробки – зразками шорсткості
<i>T</i>	Забезпечити точність розміру M16×1,5 по 7-му квалітету і шорсткість поверхні Rz20	Свердління і нарізання різі із застосуванням спеціального пристрою	Контроль розміру пробкою, а якості обробки – зразками шорсткості

Креслення деталі містить всі необхідні дані, які чітко і однозначно пояснюють її конфігурацію та можливі способи одержання заготовки.

Матеріалом заготовки деталі є сталь 35Л ДСТУ 8781:2018 [1]. Сталь має хороші ливарні властивості.

Хімічний склад сталі представлено в табл. 1.2, а механічні властивості – в табл. 1.3.

Таблиця 1.2 – Хімічний склад сталі 35Л ДСТУ 8781:2018

C, %	Mn, %	Si, %	P, %	S, %	Інші елементи
			не більше		
0,32-0,40	0,45-0,90	0,20-0,52	0,06	0,06	не регламентуються

Таблиця 1.3 – Механічні властивості сталі 35Л ДСТУ 8781:2018

$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta$ , %	$\psi$ , %	КСУ, кДж/м <sup>2</sup>
не менше				
275	491	15	25	343

## 1.2 Аналіз базового технологічного процесу

При аналізі технологічного процесу необхідно визначити раціональність його структури та рівень забезпечення технологічних і технічних вимог, що висуваються до деталі.

Проаналізуємо правильність вибору баз. У якості першої чорнової бази вибрана циліндрична поверхня  $U$  і торцева поверхня  $B_1$  (див. рис. 1.1). При такому базуванні проводять обробку основних отворів  $B$  і  $B_1$  і торцевої поверхні  $B$ , які в подальшому використовують у якості чистових баз при обробці решти поверхонь. Отже, принцип єдності баз забезпечується.

При виготовленні даної деталі на базовому підприємстві використовують досить дороге і потужне обладнання, що пов'язано з наявним верстатним парком. Тому, існує можливість підібрати більш раціональне обладнання, що дасть змогу знизити собівартість продукції. В існуючому технологічному процесі використовується як стандартне, так і спеціальне технологічне оснащення та інструменти.

В цілому, базовий технологічний процес відповідає вимогам виробництва, проте, може бути вдосконаленим.

## 1.3 Висновки та постановка задач на кваліфікаційну роботу

Проведений вище аналіз креслення деталі «Корпус ТК3006Б» показав, що дана деталь, в цілому є технологічною, тому ніяких особливих складностей, пов'язаних із механічною обробкою не повинно виникнути.

Проведений вище аналіз існуючого (базового) технологічного процесу виготовлення деталі показав, що процес механічного оброблення корпуса потребує часткового вдосконалення шляхом концентрації операцій.

Отже основними завданнями на кваліфікаційну роботу є:

1. Вдосконалення існуючого технологічного процесу механічного оброблення деталі.
2. Підбір прогресивного спеціального технологічного оснащення для реалізації вдосконаленого технологічного процесу.
3. Техніко-економічне обґрунтування вдосконаленого технологічного процесу.
4. Розроблення питань безпеки життєдіяльності та охорони праці.

## 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Характеристика типу та організаційної форми виробництва

В машинобудуванні існує три основних типи виробництва: одиничний, серійний і масовий. Кожен з типів володіє певними особливостями організації технологічних процесів.

Тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операцій:

$1 < K_{zo} < 10$  – масове та великосерійне;

$10 < K_{zo} < 20$  – середньосерійне;

$20 < K_{zo} < 40$  – дрібносерійне.

В одиничному виробництві  $K_{zo}$  не регламентується.

Згідно [2] значення коефіцієнта закріплення операцій приймається для планового періоду, що дорівнює одному місяцю, і визначається за формулою

$$K_{zo} = \frac{O}{P}, \quad (2.1)$$

де  $O$  – загальне число операцій;

$P$  – число робочих місць з різними операціями.

Загальне число операцій  $O$  для технологічного процесу дільниці цеху визначається сумуванням різних операцій  $O_{pm}$ , закріплених за одним робочим місцем.

$$O = \sum_{i=1}^n O_{pmi}. \quad (2.2)$$

Для існуючого варіанту технологічного процесу загальне число операцій  $O = 270$ , а число робочих місць з різними операціями  $N = 18$ .

Визначимо коефіцієнт закріплення операцій:

$$K_{zo} = 270/18 = 15.$$

Значення коефіцієнта відповідає середньосерійному типу виробництва.

Даний тип виробництва характеризується використанням універсального, спеціалізованого і частково спеціального обладнання. Широко застосовуються верстати з ЧПК, оброблюючи центри.

Технологічне оснащення застосовується, в основному, універсальне, в обґрунтованих випадках – високопродуктивна технологічна оснастка.

Для контролю використовують калібри, пробки, спеціальний вимірювальний інструмент.

Необхідної точності виготовлення досягають або методами автоматичного отримання розмірів, або – методами пробних ходів і промірів з частковим використанням розмітки.

Різальний інструмент, що використовується – універсальний і спеціальний.

Форма організації виробничого процесу – предметно-потокова, розміщення обладнання – за ходом технологічного процесу.

Такт виробництва визначаємо за формулою [3]

$$t_e = \frac{60 \cdot F_d}{N}, \quad (2.3)$$

де  $F_d$  – фонд часу в плановому періоді (рік),  $F_d = 2030$  год;

$N$  – річна програма випуску деталей,  $N = 16000$  шт.

$$t_e = 2030 \cdot 60 / 16000 = 7,61 \text{ хв.}$$

При груповій формі організації виробництва запуск виробів проводиться партіями з певною періодичністю.

Кількість деталей в партії для одночасного запуску визначаємо спрощеним способом за формулою:

$$n = \frac{N \cdot a}{F}, \quad (2.4)$$

де  $N$  – річна програма випуску деталей, шт;

$F$  – число робочих днів в році,  $F = 253$ ;

$a$  – число днів, на яке необхідно мати запас деталей (періодичність запуску).

Приймаємо  $a = 5$  днів, тоді

$$n = 16000 \cdot 5 / 253 = 316 \text{ шт.}$$

Приймаємо предметну форму організації виробництва. Верстати розміщують в послідовності технологічних операцій для одної або декількох деталей, які потребують однакової послідовності обробки. В тій же послідовності проходить рух деталей. Деталі обробляються на верстатах партіями; при цьому час виконання операцій на окремих верстатах може бути не узгодженим з іншими верстатами.

## 2.2 Вибір та техніко-економічне обґрунтування способу одержання заготовки

Спосіб отримання заготовки повинен забезпечувати найменшу собівартість деталі. Важливе значення має якомога менша кількість металу, що йде в стружку. При цьому слід прагнути, щоб прийнятий спосіб забезпечував отримання заготовки, яка максимально наближена за формою і розмірами до готової деталі.

Матеріалом заготовки для деталі «Корпус ТК3006Б» служить сталь марки 35Л ДСТУ 8781:2018, заготовку отримують литвом. Раціональними можуть бути два основних способи отримання заготовки: литво в земляні форми (піщано-глиняні) і литво в металеві форми (кокіль). Перевагу слід надавати способу з кращими техніко-економічними показниками.

Вартість заготовок, що отримують методом литва, визначаємо згідно [3] за формулою

$$S_{заг} = \left( \frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_T \cdot k_c \cdot k_b \cdot k_m \cdot k_n \right) - (Q - g) \cdot \frac{S_{відх}}{1000} \quad (2.5)$$

де  $C_i$  – базова вартість 1 тонни заготовок, грн,

$Q$  – маса заготовки, кг;

$k_T$  – коефіцієнт, що залежить від класу точності;

$\kappa_c$  – коефіцієнт, що залежить від групи складності;

$\kappa_\theta$  – коефіцієнт, що залежить від маси заготовки;

$\kappa_M$  – коефіцієнт, що залежить від матеріалу заготовки;

$\kappa_n$  – коефіцієнт, що залежить від об'єму випуску заготовок;

$g$  – маса готової деталі, кг;

$S_{\text{відх}}$  – вартість однієї тонни відходів, грн.

Прийmemo  $C_i = 55000$  грн,  $S_{\text{відх}} = 7500$  грн. і розрахуємо вартість заготовки, отриманої литвом в піщано-глиняні форми. Значення коефіцієнтів згідно [3]:  $\kappa_T = 1,00$ ;  $\kappa_c = 1,2$ ;  $\kappa_\theta = 0,93$ ;  $\kappa_M = 1,21$ ;  $\kappa_n = 1$ . Маса заготовки  $Q = 5$  кг, маса деталі  $g = 3,4$  кг.

$$S_{\text{заг1}} = \left( \frac{55000}{1000} \cdot 5 \cdot 1,00 \cdot 1,2 \cdot 0,93 \cdot 1,21 \cdot 1 \right) - (5 - 3,4) \cdot \frac{7500}{1000} = 359,35 \text{ грн.}$$

Прийmemo  $C_i = 56000$  грн,  $S_{\text{відх}} = 7500$  грн. і розрахуємо вартість заготовки, отриманої литвом в металеві форми. Значення коефіцієнтів згідно [3]:  $\kappa_T = 1,06$ ;  $\kappa_c = 1,2$ ;  $\kappa_\theta = 0,93$ ;  $\kappa_M = 1,21$ ;  $\kappa_n = 1$ . Маса заготовки  $Q = 4,85$  кг, маса деталі  $g = 3,4$  кг.

$$S_{\text{заг2}} = \left( \frac{56000}{1000} \cdot 4,85 \cdot 1,06 \cdot 1,2 \cdot 0,93 \cdot 1,21 \cdot 1 \right) - (4,85 - 3,4) \cdot \frac{7500}{1000} = 377,89 \text{ грн.}$$

Як бачимо із розрахунків, дешевшою є заготовка, отримана литвом в піщано-глиняні форми.

Визначаємо річний економічний ефект за формулою

$$E = (S_{\text{заг2}} - S_{\text{заг1}}) \cdot N,$$

де  $S_{\text{заг2}}$ ,  $S_{\text{заг1}}$  – вартості заготовок, що порівнюються, грн;

$N$  – річна програма випуску, шт.

$$E = (377,89 - 359,35) \cdot 16000 = 296640 \text{ грн.}$$

Беручи до уваги тип та організаційну форму виробництва, форму та розміри даної деталі вибираємо спосіб одержання заготовки – литво в піщано-глиняні форми з механізованим машинним формуванням опок і вийманням моделей.

## 2.3 Вибір технологічних баз

Одним із найскладніших і принципових розділів проектування технологічних процесів є призначення технологічних та вимірювальних баз. Від правильного вибору технологічних баз значною мірою залежать:

- фактична точність виконання розмірів;
- правильність взаємного розміщення оброблюваних поверхонь;
- ступінь складності пристроїв, ріжучих та вимірювальних інструментів;
- загальна продуктивність виготовлення деталі.

Вихідними даними при виборі баз є: робоче креслення деталі, технічні умови на її виготовлення, вид заготовки та стан її поверхонь, бажаний ступінь автоматизації.

Завдання, що вирішуються на першій операції, зводяться до необхідності встановлення зав'язків, які визначають відстані та повороти оброблюваних поверхонь відносно поверхонь, що залишилися необробленими, і рівномірного розподілу фактичних припусків між поверхнями.

Вибору баз на першій операції передують визначення поверхонь, що будуть використовуватись як бази на подальших операціях. Такими поверхнями є основні бази, від яких задана більшість розмірів, що координують розташування інших відповідальних поверхонь. Базові поверхні повинні мати достатню протяжність, для забезпечення однозначності базування вони повинні бути чистими [4]. Важливим є принцип єдності і суміщення баз. Такими поверхнями в оброблюваній деталі корпус редуктора ТК3006Б є циліндричні отвори В, В<sub>1</sub> (див. рис. 1.1), в яких монтується підшипникові вузли. Від осі цих отворів задано всі основні розміри деталі, що визначають розміщення допоміжних отворів і площин. Тому при обробці цих поверхонь бажано базувати деталь на отвори В, В<sub>1</sub>, використавши їх в якості установочної бази.

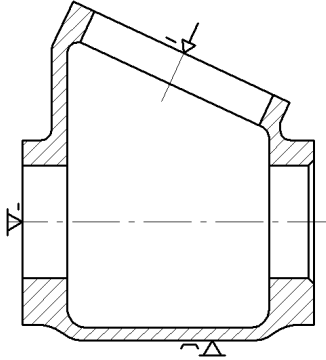
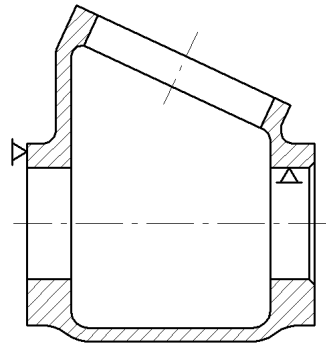
Оскільки деталь характеризується наявністю торцевих поверхонь, перпендикулярних до основних отворів, то можна застосувати базування деталі по пальцю з упором в одну із торцевих поверхонь В або В<sub>1</sub>. Для цього на попередній



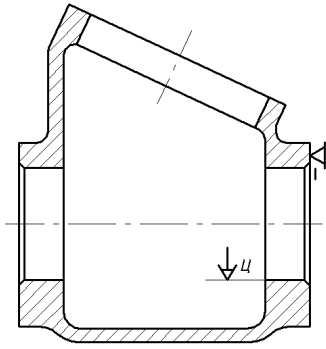
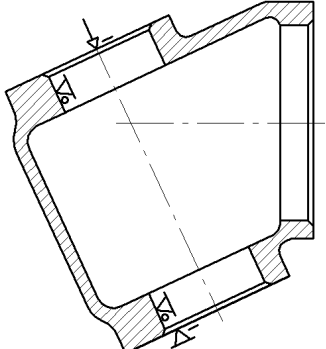
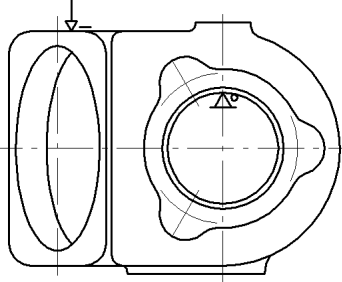
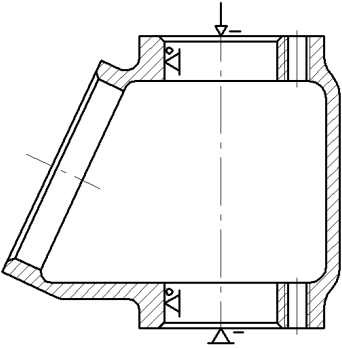
операції потрібно обробити отвори В, В<sub>1</sub> і торцеві поверхні Б або Б<sub>1</sub>. При цьому в якості чорнових баз використовуємо зовнішню циліндричну поверхню У, що не обробляється і торець Б<sub>1</sub>. Таким чином, на першій операції підготовляють чистову базу, яка використовується для обробки всіх інших деталей.

Ескізи обробки за операціями та технологічні бази, що при цьому використовуються наведені в таблиці 2.1.

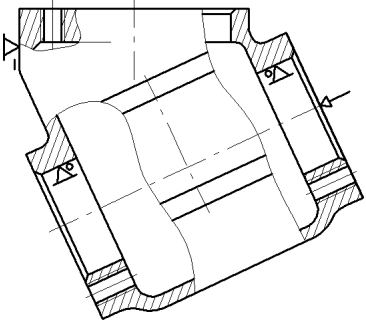
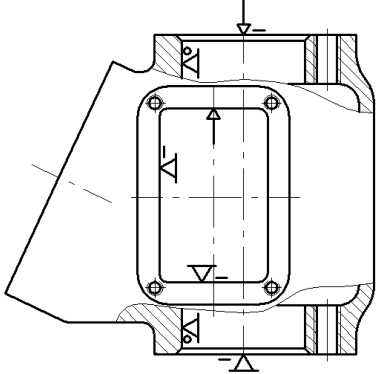
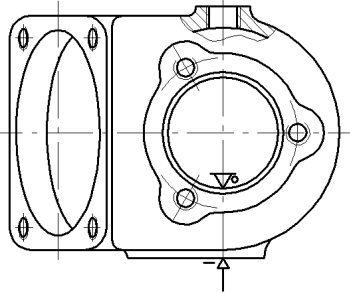
Таблиця 2.1 – Вибір технологічних баз

Номер операції	Назва операції	Ескізи обробки і технологічні бази
1	2	3
005	Токарно-револьверна	
010	Горизонтально-протяжна	

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
020	Токарно-револьверна	
025	Токарно-револьверна	
030	Горизонтально-фрезерна	
040	Вертикально-свердлильна	

Кінець таблиці 2.1

1	2	3
045	Вертикально-свердлильна	
050	Вертикально-свердлильна	
055	Вертикально-свердлильна	

#### 2.4 Вибір варіанту технологічного маршруту механічного оброблення

Розглянемо два варіанти технологічного маршруту механічного оброблення деталі з метою порівняння його з базовим і вибору більш ефективного з меншою трудомісткістю. Варіанти маршрутів оформляємо у вигляді таблиць 2.2 і 2.3.

Таблиця 2.2 – Перший варіант

№ операції	Назва операції, переходи	Оброблювані поверхні	Базові поверхні	Модель верстата
1	2	3	4	5
005	Токарна-револьверна 1. Розточити послідовно 2 отв. до $\varnothing 49,5$ Н14. 2. Розточити послідовно 2 отв. до $\varnothing 50,5$ Н11. 3. Підрізати торець в розмір $20 \pm 1,5$ . 4. Розточити фаску в розмір $1 \times 45^\circ$ . 5. Притупити гостру кромку.	В, В <sub>1</sub>  В, В <sub>1</sub>  Б  К	У, Б <sub>1</sub>	1П365
010	Горизонтально-протяжна 1. Протягнути отвір в розмір $\varnothing 52$ Н9.	В, В <sub>1</sub>	Б <sub>1</sub> , В	7Б55
015	Контроль	В, В <sub>1</sub>	-	ПР1466
020	Токарно-револьверна 1. Підрізати торець Б. 2. Перевстановити деталь. 3. Підрізати торець в розмір $130 \pm 0,5$ . 4. Розточити фаску в розмір $1 \times 45^\circ$ .	Б  Б <sub>1</sub>  К <sub>1</sub>	Б <sub>1</sub> , В  Б, В  Б, В	1П365
025	Вертикально-фрезерна 1. Фрезерувати поверхню в розмір $15 \pm 1,5$ .	О	Б, В, В <sub>1</sub>	6Р12
030	Токарно-револьверна 1. Розточити отвір в розмір $\varnothing 86$ Н14. 2. Розточити отвір в розмір $\varnothing 88$ Н9. 3. Розточити фаску в розмір $1 \times 45^\circ$ . 4. Притупити гостру кромку.	А  А  К <sub>2</sub>	Б, В, В <sub>1</sub>	1П365

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5
035	Горизонтально-фрезерна 1. Фрезерувати поверхню в розмір $53 \pm 0,3$ .	М	Б, В, В <sub>1</sub>	6P83Г
040	Слюсарна 1. Зачистити заусенці після фрезерування.	-	-	Верстак
045	Вертикально-свердлильна 1. Свердлити послідовно 3 отвори $\varnothing 6,7^{+0,28}$ . 2. Перестановити деталь. 3. Свердлити послідовно 3 отвори $\varnothing 6,7^{+0,28}$ .	Р  Р <sub>1</sub>	Б <sub>1</sub> , В, В <sub>1</sub>  Б, В, В <sub>1</sub>	2Н135
050	Слюсарна 1. Зачистити заусенці після свердління.	-	-	Верстак
055	Радіально-свердлильна 1. Свердлити послідовно 4 отв. $\varnothing 8,4^{+0,35}$ .	С	Б, В, В <sub>1</sub> , Ч	2М55
060	Слюсарна 1. Зачистити заусенці після свердління.	-	-	Верстак
065	Радіально-свердлильна 1. Свердлити послідовно 4 отв. $\varnothing 4,9^{+0,27}$ .	Н	Б <sub>1</sub> , В, В <sub>1</sub>	2М55
070	Слюсарна 1. Зачистити заусенці після свердління.	-	-	Верстак
075	Вертикальна-свердлильна 1. Свердлити отв. $\varnothing 14,4^{+0,3}$ .	Т	М, В, В <sub>1</sub>	2Н135
080	Слюсарна 1. Зачистити заусенці після свердління.	-	-	Верстак

Кінець таблиці 2.2

1	2	3	4	5
085	Різенарізна 1. Нарізати різь в 3 отв. в розмір М8-7Н. 2. Перевстановити деталь. 3. Нарізати різь в 3 отв. в розмір М8-7Н.	Р  Р <sub>1</sub>	Б <sub>1</sub> , В, В <sub>1</sub>  Б, В, В <sub>1</sub>	2056
090	Різенарізна 1. Нарізати різь в 4 отв. в розмір М10-7Н.	С	Б <sub>1</sub> , В, В <sub>1</sub> , Ч	2056
095	Різенарізна 1. Нарізати різь в 4 отв. в розмір М6-7Н.	Н	Б <sub>1</sub> , В, В <sub>1</sub> , Ч	2056
100	Вертикальна-свердлильна 1. Зенкувати торець бобишки в розмір 4±1. 2. Змінити інструмент. 3. Нарізати різь в розмір М16×1,5-7Н.	П  Т	Б <sub>1</sub> , В, В <sub>1</sub> , М  Б <sub>1</sub> , В, В <sub>1</sub> , М	2Н135
105	Промивання	-	-	М-2А
110	Приймальний контроль	-	-	-

Таблиця 2.3 – Другий варіант

№ операції	Назва операції, переходи	Оброблювані поверхні	Базові поверхні	Модель верстата
1	2	3	4	5
005	Токарна-револьверна 1. Підрізати торець в розмір $20\pm 1,5$ . 2. Розточити послідовно 2 отв. до $\varnothing 50H11$ .	Б  В, В <sub>1</sub>	У, Б <sub>1</sub>	1П365
010	Горизонтально-протяжна 1. Протягнути отвір в розмір $\varnothing 52H9$ .	В, В <sub>1</sub>	Б <sub>1</sub> , В	7Б55
015	Контроль	В, В <sub>1</sub>	-	ПР1466
020	Токарно-револьверна 1. Підрізати торець в розмір $130\pm 0,5$ . 2. Розточити фаску в розмір $1\times 45^\circ$ .	Б <sub>1</sub>  К <sub>1</sub>	Б, В	1П365
025	Токарно-револьверна 1. Підрізати торець в розмір $15\pm 1,5$ . 2. Розточити отвір в розмір $\varnothing 87$ . 3. Розточити отвір в розмір $\varnothing 88H9$ . 4. Розточити фаску в розмір $1\times 45^\circ$ . 5. Притупити гостру кромку.	О  А  А  К <sub>2</sub>	Б, В, В <sub>1</sub>	1П365
030	Горизонтально-фрезерна 1. Фрезерувати поверхню в розмір $53\pm 0,3$ .	М	Б, В, В <sub>1</sub>	6Р83Г

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5
035	<p>Слюсарна</p> <p>1. Зачистити заусенці після фрезерування.</p>	-	-	Верстак
040	<p>Вертикально-свердлильна</p> <p>1. Свердлити послідовно 3 отвори <math>\varnothing 6,7^{+0,28}</math>.</p> <p>2. Перестановити деталь.</p> <p>3. Свердлити послідовно 3 отвори <math>\varnothing 6,7^{+0,28}</math>.</p> <p>4. Змінити інструмент.</p> <p>5. Відкинути кондукторну плиту.</p> <p>6. Нарізати послідовно різь в 3 отв. в розмір М8-7Н.</p> <p>7. Перестановити деталь.</p> <p>8. Нарізати послідовно різь в 3 отв. в розмір М8-7Н.</p>	Р	Б <sub>1</sub> , В, В <sub>1</sub>	2Н135
		Р <sub>1</sub>	Б, В, В <sub>1</sub>	
		Р <sub>1</sub>	Б, В, В <sub>1</sub>	
		Р	Б <sub>1</sub> , В, В <sub>1</sub>	
045	<p>Вертикальна-свердлильна</p> <p>1. Свердлити послідовно 4 отв. <math>\varnothing 8,4^{+0,35}</math>.</p> <p>2. Змінити інструмент.</p> <p>3. Відкинути кондукторну плиту.</p> <p>4. Нарізати послідовно різь в 4 отв. в розмір М10-7Н.</p>	С	А, В, В <sub>1</sub>	2Н135
		С	А, В, В <sub>1</sub>	
050	<p>Вертикальна-свердлильна</p> <p>1. Свердлити послідовно 4 отв. <math>\varnothing 4,5^{+0,27}</math>.</p> <p>2. Змінити інструмент.</p> <p>3. Відкинути кондукторну плиту.</p> <p>4. Нарізати послідовно різь в 4 в. в розмір М6-7Н.</p>	Н	Б, П, В, В <sub>1</sub>	2Н135
		Н	Б, П, В, В <sub>1</sub>	



Кінець таблиці 2.3

1	2	3	4	5
055	Вертикальна-свердлильна 1. Свердлити отв. $\varnothing 14,4^{+0,3}$ . 2. Змінити інструмент. 3. Відкинути кондукторну плиту. 4. Зенкувати торець бобишки в розмір $4\pm 1$ . 5. Змінити інструмент. 6. Нарізати різь в розмір $M16\times 1,5-7H$ .	T    П   T	M, B, B <sub>1</sub>    M, B, B <sub>1</sub>   M, B, B <sub>1</sub>	2H135
060	Слюсарна 1. Зачистити заусенці після механічної обробки.	-	-	Верстак
065	Промивання	-	-	M-2A
070	Приймальний контроль	-	-	-

Другий маршрут механічного оброблення відрізняється від першого тим, що різьбові отвори M10 і M6 в базовому варіанті виконують за дві операції послідовним свердлінням на верстатах моделі 2M55 і нарізанням різі на верстатах моделі 2056 (операції 055, 090 та 065, 095), а у вдосконаленому – за одну операцію 045 та 050 на верстатах моделі 2H135.

## 2.5 Визначення припусків на оброблення та розмірів заготовки

### 2.5.1 Встановлення припусків на обробку розрахунково-аналітичним методом

Проведемо визначення припусків та міжопераційних розмірів при розточуванні чорновому і напівчистовому отворів B і B<sub>1</sub> до  $\varnothing 50H11$  розрахунково-аналітичним методом. Результати оформляємо у вигляді таблиці 2.4, в яку послідовно записуємо технологічний маршрут обробки отвору і всі елементи припуску.

Сумарне значення  $R_z$  і  $T$ , що характеризують якість поверхні литих заготовок становить 800 мкм [3]. Для чорнового і напівчистового розточування знаходимо по рекомендації [3] значення шорсткості  $R_z$  відповідно 50 і 20 мкм і записуємо їх в розрахункову таблицю 2.4.

Сумарне значення просторових відхилень по рекомендації [3, ст. 86] визначаємо за формулою

$$\rho_3 = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2}, \quad (2.6)$$

де  $\rho_{кор}$  – величина короблення отвору, мкм;

$\rho_{см}$  – величина зміщення отвору, мкм.

Величину короблення отвору потрібно враховувати як в діаметральному так і в його осьовому перерізі, тому

$$\rho_{кор} = \sqrt{(\Delta_k D)^2 + (\Delta_k l)^2}, \quad (2.7)$$

де  $\Delta_k$  – величина питомого короблення,  $\Delta_k = 0,7$  мкм/мм [3];

$D$  – діаметр оброблюваного отвору, мм;

$l$  – довжина оброблюваного отвору, мм.

$$\rho_{кор} = \sqrt{(0,7 \cdot 50)^2 + (0,7 \cdot 20)^2} = 38 \text{ мкм.}$$

При визначенні  $\rho_{см}$  враховуємо допуск на зміщення вісі отвору відливки, тобто  $\rho_{см} = 300$  мкм. Таким чином

$$\rho_3 = \sqrt{38^2 + 300^2} = 302 \text{ мкм.}$$

Величина остаточного просторового відхилення після чорнового розточування

$$\rho_1 = 0,05 \cdot \rho_3 = 0,05 \cdot 302 = 15 \text{ мкм.} \quad (2.8)$$

Таблиця 2.4 – Дані для розрахунку припусків і граничних розмірів по технологічних переходах для отримання отвору  $\varnothing 50 \text{ H11}$

Технологічні переходи обробки поверхні $\varnothing 50 \text{ H11}$	Елементи припуску, мкм			Розрахунковий припуск, $2z_{\text{min}}$ , мкм	Розрахунковий розмір, $D_p$ , мм	Допуск $\delta$ , мкм	Граничний розмір, мм		Граничний припуск, мкм		
	$Rz$	$T$	$\rho$				$\varepsilon$	$D_{\text{min}}$	$D_{\text{max}}$	$2z_{\text{min}}^{\text{np}}$	$2z_{\text{max}}^{\text{np}}$
Заготовка	800		302	-	46,966	400	46,57	46,97	-	-	
1. Розточування чорнове	50	-	15	636	49,974	200	49,77	49,97	3000	3200	
2. Розточування напівчистове	20	-	-	32	50,15	150	50,00	50,15	180	230	
Сумарне значення									3180		3430

Похибка установки при розточуванні становить

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_\delta^2 + \varepsilon_3^2}, \quad (2.9)$$

де  $\varepsilon_\delta$  – похибка базування деталі у пристрої, мкм;

$\varepsilon_3$  – похибка закріплення деталі у пристрої, мкм.

Похибка базування деталі на довжині оброблюваного отвору по призмі в цьому випадку становить

$$\varepsilon_\delta = \frac{\delta_o}{2 \sin \alpha/2}, \quad (2.10)$$

де  $\delta_o$  – допуск на поверхню, по якій проходить базування, мкм;

$\alpha$  – кут призми.

$\delta_o = 870$  мкм,  $\alpha = 90^\circ$ .

$$\varepsilon_\delta = \frac{870}{2 \sin 90/2} = 620 \text{ мкм.}$$

Похибку закріплення деталі у пристрої згідно літератури [3] приймаємо:  
 $\varepsilon_3 = 140$  мкм, . Тоді похибка установки

$$\varepsilon_{y1} = \sqrt{620^2 + 140^2} = 636 \text{ мкм.}$$

Остаточна похибка установки при чистовому розточуванні

$$\varepsilon_{y2} = 0,05 \cdot \varepsilon_{y1} = 0,05 \cdot 636 = 32 \text{ мкм}$$

На основі записаних в таблиці даних проводимо розрахунок мінімальних значень між операційних припусків, використавши згідно [3] основну формулу

$$2z_{\min} = 2 \cdot \left( Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right) \quad (2.11)$$

де  $Rz_{i-1}$  – висота нерівностей, отримана на попередньому технологічному переході, мкм;

$T_{i-1}$  – глибина дефектного шару на попередньому технологічному переході, мкм;

$\rho_{i-1}$  – просторові відхилення в розташуванні оброблюваної поверхні відносно базових поверхонь, отримані на попередньому технологічному переході, мкм;

$\varepsilon_i$  – похибка встановлення на даному технологічному переході.

Мінімальний припуск під чорнове розточування

$$2z_{\min 1} = 2 \cdot \left( 800 + \sqrt{302^2 + 636^2} \right) = 2 \cdot 1504 \text{ мкм.}$$

Мінімальний припуск під напівчистове розточування

$$2z_{\min 2} = 2 \left( 50 + \sqrt{15^2 + 32^2} \right) = 2 \cdot 88 \text{ мкм.}$$

Розрахунковий розмір для чорнового розточування

$$D_{p1} = 50,15 - 0,176 = 49,974 \text{ мм;}$$

Для заготовки

$$D_{p2} = 49,974 - 3,008 = 46,966 \text{ мм.}$$

Значення допусків кожного переходу приймаються по таблицях у відповідності із квалітетом точності того чи іншого виду обробки. Так, для напівчистового розточування значення допуску становить 150 мкм, для чорнового розточування  $\delta = 200$  мкм; допуск на отвір у відливці становить 400 мкм.

Таким чином, для чистового розточування найбільший граничний розмір 50,15 мм, найменший – 50,00 мм; для чорнового розточування найбільший граничний розмір 49,97 мм, а найменший  $49,97 - 0,20 = 49,77$  мм; для заготовки найбільший граничний розмір 46,97 мм, найменший  $46,97 - 0,4 = 46,57$  мм.

Мінімальні граничні значення припусків  $z_{\min}$  рівні різниці максимальних граничних розмірів виконаного і попереднього переходів, а максимальні –  $z_{\max}$  відповідно різниці мінімальних граничних розмірів, тоді для напівчистового розточування:

$$2z_{\min 2} = 50,15 - 49,97 = 0,18 \text{ мм} = 180 \text{ мкм;}$$

$$2z_{\max 2} = 50,00 - 49,77 = 0,23 \text{ мм} = 230 \text{ мкм.}$$

Для чорнового розточування:

$$2z_{\min 1} = 49,97 - 46,97 = 3\text{мм} = 3000\text{ мкм.}$$

$$2z_{\max 1} = 49,77 - 46,57 = 3,2\text{ мм} = 3200\text{ мкм.}$$

Всі результати зведені у таблицю 2.4.

На основі даних розрахунку будемо схему графічного розміщення припусків і допусків при обробці отвору  $\varnothing 50\text{H}11$  (рисунок 2.1).

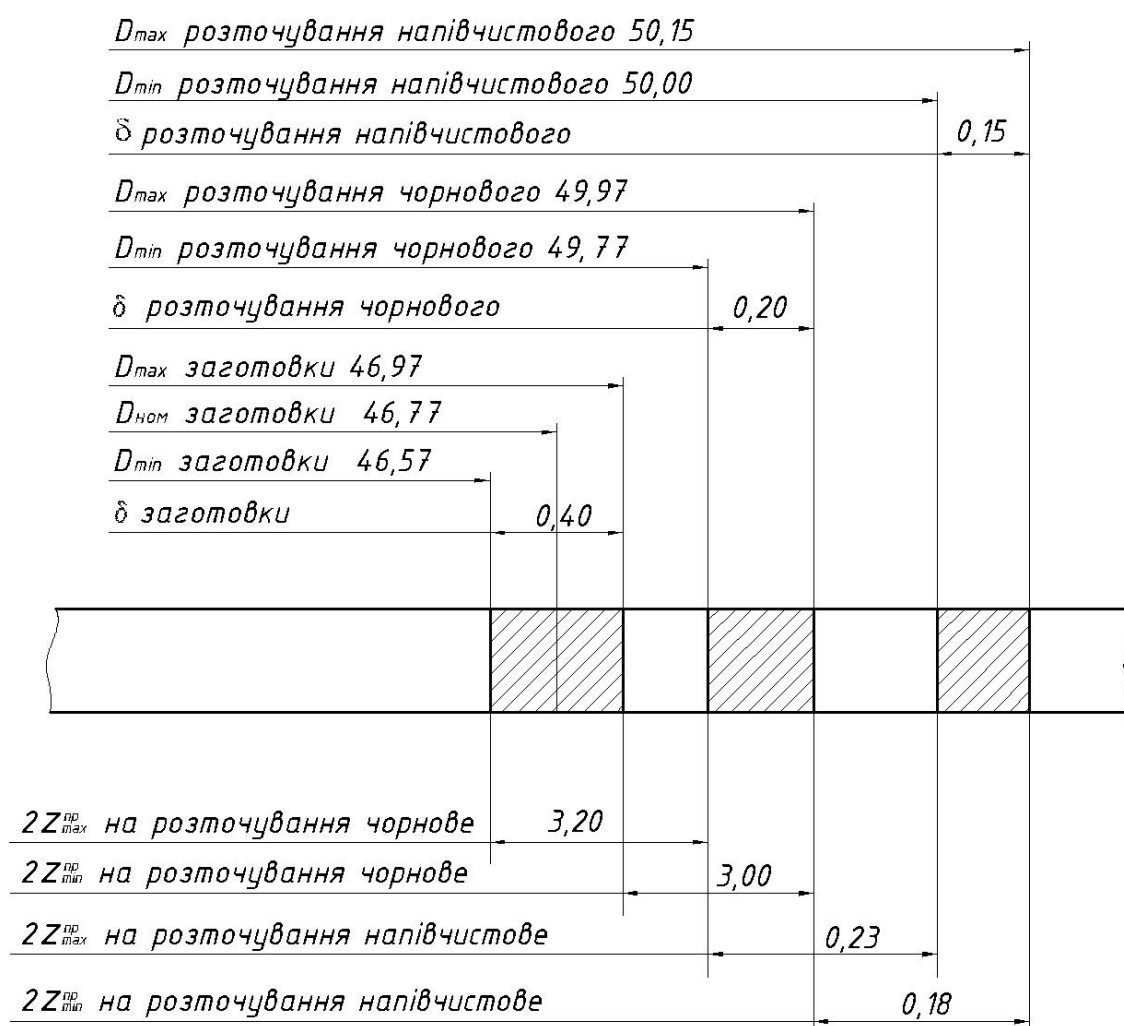


Рисунок 2.1 – Схема графічного розташування припусків та допусків на обробку отвору  $\varnothing 50\text{H}11$

### 2.5.2. Встановлення припусків на обробку дослідно-статистичним методом

Для решти оброблюваних поверхонь застосовуємо дослідно-статистичний (табличний) метод встановлення припусків на обробку.

Припуски вибираємо з літератури [3] згідно ГОСТ 26645-85 і заносимо їх значення у таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 – Припуски і допуски на оброблювані поверхні

Позначення поверхні	Припуск, мм	Допуск, мм	Позначення поверхні	Припуск, мм	Допуск, мм
В, В <sub>1</sub>	3	±0,8	П	2	±0,7
Б, Б <sub>1</sub>	3	±0,8	С	10	
Д	3	±0,8	Н	6	
О	3	±1,0	Р, Р <sub>1</sub>	8	
М	3	±0,8	Т	16	

### 2.6 Вибір різальних, вимірювальних та допоміжних інструментів

При виборі типу і конструкції різальних інструментів слід враховувати характер виробництва, метод обробки, тип верстата, розмір, конфігурацію і матеріал оброблюваної заготовки, необхідну якість поверхні, точність обробки.

Метод оброблення, прийнятий для виконання операцій, визначає тип інструменту. Тип верстата впливає на вибір інструменту в тому відношенні, що він , з одного боку, вид обробки, а з другого – конструктивно вирішує спосіб закріплення інструменту і тим самим визначає конструкцію його посадочного місця.

Розмір і конфігурація оброблюваної деталі впливає на вибір інструменту щодо розмірів і конструкції останнього. Матеріал оброблюваної деталі впливає на вибір матеріалу різального інструменту і на геометричні параметри його різальної частини. Необхідна якість поверхні впливає на вибір конструкції інструменту і його геометрію.

Паралельно з вибором різальних інструментів вибираємо також вимірювальні інструменти.

При виборі конструкції і типу вимірювальних інструментів, пристроїв або приладів враховують такі основні фактори:

- точність необхідного виміру,
- характер виробництва,
- розмір і якість вимірювальної поверхні.

Вибір засобів контролю регламентується ГОСТ 14.306–73.

Результати вибору металорізальних і вимірювальних інструментів для виготовлення корпусу ТК3006Б оформляємо у вигляді таблиці 2.6.

Для обробки деталі в основному вибраний стандартний ріжучий та вимірювальний інструмент Для операції 005 доцільно застосувати спеціальний металорізальний інструмент.

Таблиця 2.6 – Різальні та вимірювальні інструменти для виготовлення корпусу ТК3006Б

№ операції	Назва операції	Інструмент	
		Різальний	Вимірювальний
1	2	3	4
005	Токарно-револьверна 1. Підрізати торець. 2. Розточити 2 отв. 3. Притупити кромку.	Різець Т15К6 ГОСТ 18868-73 Державка Різець Т15К6 ГОСТ 18868-73	Штангенциркуль ШЦ–І–125–0,1 ГОСТ 166–89; Пробка (Ø50) ГОСТ 14815-69
010	Горизонтально-протяжна 1. Протягнути 2 отв.	Протяжка Ø52Н9 ГОСТ 20365-74	Контрольний пристрій ДР 08-239.06.00
020	Токарно-револьверна 1. Підрізати торець 2. Розточити фаску 1×45.°	Різець Т15К6 ГОСТ 18868-73.	Скоба (130) 8102-4109 Кутомір тип 2-2 ГОСТ 5378-66



Кінець таблиці 2.6

1	2	3	4
025	Токарно-револьверна 1. Підрізати торець. 2. Розточити отвір. 3. Розточити отвір. 4. Розточити фаску. 5. Притупити кромку.	Різець Т15К6 ГОСТ 18868-73, Різець Т15К6 ГОСТ 18868-73, Різець Т15К6 ГОСТ 18868-73,  Різець Т15К6 ГОСТ 18868-73,  Різець Т15К6 ГОСТ 18868-73.	Шаблон ( $\angle 65^\circ$ ) 7304-0081, Шаблон (64) 7304-0083, Пробка ( $\varnothing 88H9$ ) ГОСТ 14815-69, Кутомір Тип 2-2 ГОСТ 5378-66
030	Горизонтально-фрезерна 1.Фрезерувати поверхню.	Фреза ( $\varnothing 125$ ) Т15К6 ГОСТ 26595-89	Шаблон (53) 6150-4567
040	Вертикально-свердлильна 1. Свердлити 3 отв. 3. Свердлити 3 отв. 6. Нарізати різь в 3 отв. 8.Нарізати різь в 3 отв.	Свердло ( $\varnothing 6,8$ ) ГОСТ 10903-77, Свердло ( $\varnothing 6,8$ ) ГОСТ 10903-77, , Мітчик (М8) ГОСТ 3266-81 Мітчик (М8) ГОСТ 3266-81	Пробка ( $\varnothing 6,8$ ) ГОСТ 14815-69,  Калібр 8150-4600, Пробка (М8) ГОСТ 17758-72.
045	Вертикально-свердлильна 1. Свердлити 4 отв. 4. Нарізати різь в 4 отв.	Свердло ( $\varnothing 8,5$ ) ГОСТ 10903-77,  Мітчик (М10) ГОСТ 3266-81	Пробка ( $\varnothing 8,5$ ) ГОСТ 14815-69, Калібр 8150-4601, Пробка (М10) ГОСТ 17758-72.
050	Вертикально-свердлильна 1. Свердлити 4 отв. 4. Нарізати різь в 4 отв.	Свердло ( $\varnothing 5$ ) ГОСТ 10903-77  Мітчик (М6) ГОСТ 3266-81	Пробка ( $\varnothing 5$ ) ГОСТ 14815-69, Калібр 8150-4538, Пробка (М6) ГОСТ 17758-72.
055	Вертикально-свердлильна 1. Свердлити отвір 4. Зенкувати торець. 6. Нарізати різь.	Свердло ( $\varnothing 14,5$ ) ГОСТ 10903-77, Зенківка ( $\varnothing 32$ ) Т5К10 2350, Мітчик (М16×1,5) ГОСТ 3266-81.	Пробка ( $\varnothing 14,4$ ) ГОСТ 14815-69, Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89, Пробка (М16×1,5) ГОСТ 17758-72.

## 2.7 Визначення режимів оброблення та технічних норм часу

Режим оброблення деталі – найважливіший фактор протікання технологічного процесу. Різання – найрозповсюдженіший метод досягнення необхідної якості деталі. Елементи режимів різання повинні підбиратись так, щоб досягти бажаної продуктивності праці при найменшій собівартості даної технологічної операції. Ця вимога досягається при використанні інструменту раціональної конструкції а також якщо верстат не обмежує його ріжучих можливостей [5]. Розрахунок аналітичним способом виконуємо на одну операцію, а на інші операції – по нормативних даних.

Розрахункові дані режимів різання коректуємо згідно паспортних даних верстатів і разом з нормативними даними заносимо в таблицю 2.7.

Розраховуємо емпіричним способом режими різання для операції 005 розточування отвору  $\varnothing 50H11$ . Обробка здійснюється на верстаті 1П365 розточними різцями, що встановлені на державці. Розрахунок ведемо згідно [6].

Довжину робочого ходу визначаємо за формулою

$$L_{px} = L_{piz} + Y \quad (2.12)$$

де  $L_{piz}$  – довжина різання, мм;

$Y$  – довжина врізання і перебігу, мм.

$$L_{px} = 40 + 50 = 90 \text{ мм.}$$

Швидкість різання визначаємо за формулою

$$V = 0,9 \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot k_v, \quad (2.13)$$

де  $C_v$ ,  $m$ ,  $x$ ,  $y$  – довідкові показники [6];

$T$  – період стійкості, хв.;

$t$  – глибина різання,  $t = 2$  мм;

$S$  – подача,  $S = 0,4$  мм/об;

$K_v$  – коефіцієнт, що враховує фактори обробки.

$$k_v = k_{mv} \cdot k_{nv} \cdot k_{uv}, \quad (2.14)$$

де  $k_{mv}$  – коефіцієнт, що враховує матеріал заготовки;

$k_{nv}$  – коефіцієнт, що враховує стан поверхні;

$k_{uv}$  – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту.

$k_{mv} = 1$ ;  $k_{nv} = 0,8$ ;  $k_{uv} = 1$  [6].

$$V = 0,9 \frac{360}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1 = 61,31 \text{ м/хв.}$$

Частоту обертання шпинделя визначаємо за формулою

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi d}, \quad (2.15)$$

де  $D$  – діаметр оброблюваного отвори, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 61,31}{3,14 \cdot 49} = 398 \text{ об/хв.}$$

Коректуємо частоту обертання за паспортними даними верстата  $n_{uu} = 400$  об/хв.

Тоді дійсна швидкість

$$V_\partial = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{uu}}{1000}; \quad (2.16)$$

$$V_\partial = \frac{3,14 \cdot 49 \cdot 400}{1000} = 61,5 \text{ м/хв.}$$

Складові сили різання визначаємо за формулами

$$P_z = 2 \cdot 10 \cdot C_p \cdot t \cdot S^{\phi} \cdot V^n \cdot k_p, \quad (2.17)$$

$$P_x = 2 \cdot 10 \cdot C_{p1} \cdot t^{x1} \cdot S^{y1} \cdot V^{n1} \cdot k_p. \quad (2.18)$$

де –  $C_p$ ,  $x$ ,  $y$ ,  $n$ ,  $C_{p1}$ ,  $x_1$ ,  $y_1$ ,  $n_1$  - довідникові показники;

$t$  – глибина різання, мм;

$S$  – подача, мм/об;

$V$  – швидкість різання, м/хв.;

$k_p$  – коефіцієнт, що залежить від умов обробки.

$C_p = 300; x = 1; y = 0,75; n = -0,15; C_{pI} = 335; x_1 = 1; y_1 = 0,5; n_I = -0,4; k_p = 1$  [6].

$$P_z = 2 \cdot 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 61,5^{-0,15} \cdot 1 = 3252 \text{ Н};$$

$$P_x = 2 \cdot 10 \cdot 335 \cdot 2^1 \cdot 0,4^{0,5} \cdot 61,5^{-0,4} \cdot 1 = 1635 \text{ Н}.$$

Визначаємо потужність різання

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}; \quad (2.19)$$

$$N = \frac{3252 \cdot 61,5}{1020 \cdot 60} = 3,27 \text{ кВт}.$$

Визначаємо основний час оброблення

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S \cdot n}; \quad (2.20)$$

$$T_0 = \frac{90}{0,4 \cdot 400} = 0,56 \text{ хв}.$$

Для решти операцій режими оброблення призначаємо табличним способом за літературними джерелами [6, 7]. Результати заносимо в таблицю 2.7.

Таблиця 2.7 – Режими оброблення за операціями

№ з/п	Назва операції, переходу	$L$ , мм	$t$ , мм	$i$	$S$ , мм/об	$n$ , об/хв	$v$ , м/хв	$T_0$ , хв	$N$ , кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
005	Токарно-револьверна								
	1. Підрізати торець	24	3	1	0,24	274	58,5	0,46	1,12
	2. Розточити 2 отв.	90	2	1	0,40	400	61,5	0,56	3,27
	3. Притупити кромку.	2,5	0,5	1	0,09	188	30,1	0,3	0,21
010	Горизонтально-протяжна								
1. Протягнути 2 отв.	1158	0,75	1			5	0,29	7	
020	Токарно-револьверна								
	1. Підрізати торець.	21	3	1	0,24	274	58,5	0,31	1,69
	2. Розточити фаску	1	1	1	0,09	274	34	0,13	0,46

Кінець таблиці 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
025	Токарно-револьверна								
	1. Підрізати торець.	36	3	1	0,24	274	127	0,54	2,6
	2. Розточити отвір.	21	2,5	1	0,17	188	52	1,31	2,3
	3. Розточити отвір.	21	0,5	1	0,09	274	76	0,85	0,30
	4. Розточити фаску.	1	1	1	0,09	274	53	0,13	0,36
	5. Пригупити кромку.	2,5	0,5	1	0,09	188	51,9	0,2	0,31
030	Горизонтально-фрезерна								
	1. Фрезерувати поверхню.	191	3	1	0,4	250	98,1	1,91	3,16
040	Вертикально-свердлильна								
	1. Свердлити 3 отв.								
	3. Свердлити 3 отв.	75	3,4	1	0,1	500	10,7	1,5	1,4
	6. Нарізати різь в 3 отв.	75	3,4	1	0,1	500	10,7	1,5	1,4
	8. Нарізати різь в 3 отв.	90	0,65	1	1,25	180	4,53	0,78	1,4
		90	0,65	1	1,25	180	4,53	0,78	1,4
045	Вертикально-свердлильна								
	1. Свердлити 4 отв.								
	4. Нарізати різь в 4 отв.	80	4,25	1	0,12	500	13,3	1,44	2,1
		108	0,8	1	1,5	180	5,65	0,8	2,5
050	Вертикально-свердлильна								
	1. Свердлити 4 отв.								
	4. Нарізати різь в 4 отв.	40	2,5	1	0,08	630	9,9	1,6	0,84
		60	0,525	1	1	180	3,38	0,8	0,67
055	Вертикально-свердлильна								
	1. Свердлити отв.								
	4. Зенкувати торець.	17	7,25	1	0,2	250	11,4	0,34	3,7
	6. Нарізати різь.	5	3	1	0,09	250	19,6	0,32	2,7
		16	1,5	1	1,5	180	9,1	0,17	3,1

Нормуванням називають встановлення технічно обґрунтованих норм часу. Нормування технологічного процесу проводять для кожної операції.

Технічною нормою часу називають час, необхідний для виконання технологічної операції в певних організаційно-технічних умовах конкретного виробництва [5].

Розрізняють три методи нормування: метод технічного розрахунку за нормативами; метод порівняння і розрахунку за підвищеними типовими нормативами; метод встановлення норм на основі вивчення затрат робочого часу.

В серійному виробництві проводиться розрахунок штучно-калькуляційного часу за формулою

$$T_{ук} = T_{ум} + \frac{T_{нз}}{n}, \quad (2.21)$$

де  $n$  – кількість деталей в партії, шт.;

$T_{нз}$  – підготовчо-заклучний час, що встановлюється за нормативами, хв.

$T_{ум}$  – штучний час на виконання однієї операції, хв;

Штучний час визначаємо за формулою

$$T_{ум} = T_o + T_\partial + T_{об} + T_{від}, \quad (2.22)$$

де  $T_o$  – основний (технологічний) час, хв;

$T_\partial$  – допоміжний час, хв;

$T_{об}$  – час на обслуговування робочого місця, хв;

$T_{від}$  – час на відпочинок, хв;

Допоміжний час визначаємо за формулою

$$T_\partial = T_{вз} + T_{уп} + T_{вм}, \quad (2.23)$$

де  $T_{вз}$  – час на встановлення та зняття деталі, хв;

$T_{уп}$  – час на управління верстатом, хв;

$T_{вм}$  – час на вимірювання, хв.

Оперативний час визначаємо за формулою

$$T_{он} = T_o + T_\partial; \quad (2.24)$$

Проведемо детальне нормування для операції 030 Горизонтально-фрезерна. Фрезерування здійснюється на верстаті 6Р81. Основний час  $T_o = 1,91$  хв [8].

Підраховуємо об'єм допоміжної роботи і час, потрібний для її виконання.

Встановити деталь в спеціальне пристосування  $T_{вз} = 0,13$  хв; час на управління горизонтально-фрезерним верстатом з фрезою поставленою на розмір при довжині стола до 1250 мм  $T_{уп} = 0,15$  хв. Поміряти деталь шаблоном  $T_{вм} = 0,1$  хв. Оперативний час

$$T_{он} = 1,91 + 0,13 + 0,15 + 0,1 = 2,29 \text{ хв.}$$

Час на технічне обслуговування робочого місяця складає 4 % від оперативного часу

$$T_{об} = 2,29 \cdot 0,04 = 0,09 \text{ хв.}$$

Сюди входить час на технічне обслуговування  $T_{тех} = 0,06$  хв, та час на організаційне обслуговування  $T_{орг} = 0,03$  хв.

Час на відпочинок і особисті потреби приймаємо 3,5 % від оперативного часу

$$T_{від} = 2,29 \cdot 0,035 = 0,08 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучний час на операцію

$$T_{шт} = 1,91 + 0,38 + 0,09 + 0,08 = 2,46 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заклучний час на партію деталей  $n = 316$  шт  $T_{пз} = 28$  хв.

Штучно-калькуляційний час дорівнює

$$T_{шк} = 2,46 + \frac{28}{316} = 2,56 \text{ хв.}$$

Значення складових норм і власне норми часу для всіх операцій зводимо в таблицю 2.8.

Таблиця 2.8 – Розрахунок норм часу по операціях технологічного процесу

№	Назва операції	$T_o$ , хв	$T_d$ , хв			$T_{он}$ , хв	$T_{об}$ , хв	$T_{від}$ , хв	$T_{шт}$ , хв	$T_{пз}$ , хв	$n$ , шт	$T_{шк}$ , хв
			$T_{вз}$	$T_{уп}$	$T_{ем}$							
005	Токарно-револьверна	1,07	0,4	0,2	0,3	1,97	0,07	0,26	2,11	55	316	2,28
010	Горизонтально-протяжна	0,29	0,15	0,03	0,15	0,65	0,05	0,12	0,75	17	316	0,80
020	Токарно-револьверна	0,44	0,4	0,2	0,2	1,24	0,06	0,27	1,36	55	316	1,53
025	Токарно-револьверна	3,03	0,4	0,2	0,3	3,93	0,09	0,15	4,10	55	316	4,27
030	Горизонтально-фрезерна	1,91	0,13	0,15	0,1	2,29	0,09	0,10	2,46	28	316	2,56
040	Вертикально-свердлильна	4,56	0,6	0,2	0,4	5,76	0,21	0,14	6,15	18	316	6,21
045	Вертикально-свердлильна	2,24	0,4	0,2	0,3	3,14	0,09	0,12	3,31	18	316	3,37
050	Вертикально-свердлильна	1,60	0,4	0,2	0,3	2,50	0,08	0,18	2,63	18	316	2,71
055	Вертикально-свердлильна	0,83	0,5	0,2	0,3	1,83	0,07		1,96	18	316	2,02

## 2.8 Техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу виготовлення деталі

Вибір найбільш прийняттого варіанту технологічного маршруту здійснюється на основі порівняння трудомісткості і собівартості їх виконання. Кращим вважається той варіант, для якого сума потокових і приведених витрат на одиницю продукції буде мінімальною [9].

Порівнюємо їх за коефіцієнтом приведених затрат.

Величину приведених затрат визначаємо за формулою

$$C_{п.з.} = \frac{C_з}{M} + C_{ч.з.} + E_n(K_c + K_з), \text{ грн/год} \quad (2.25)$$

де  $C_з$  – основна і додаткова заробітні плати, грн/год;

$M$  – коефіцієнт багатостатності,  $M = 1$ ;

$C_{ч.з.}$  – затрати на експлуатацію робочого місця, грн/год;

$E_n$  – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень,  $E_n = 0,2$ ;

$K_c$  – питомі капітальні вкладення в верстат, грн/год;

$K_з$  – питомі капітальні вкладення в споруду, грн/год;

Основну і допоміжну заробітні плати визначаємо за формулою

$$C_з = C_{т.ф.} \cdot 1,53 \cdot k, \text{ грн/год} \quad (2.26)$$

де  $C_{т.ф.}$  – годинна тарифна ставка верстатника, грн/год,

$k$  – коефіцієнт, що враховує зарплату наладчика (в серійному виробництві  $k = 1$ ).

Визначимо основну і допоміжну заробітні плати для двох варіантів технологічного маршруту

$$C_{з1} = C_{з2} = 45,72 \cdot 1,53 \cdot 1 = 69,95 \text{ грн/год};$$

Коефіцієнт багатостатності приймаємо  $M = 1$ .

Затрати на експлуатацію робочого місця визначаємо за формулою



$$C_{ч.з.} = C_{ч.з.}^{б.у.} \cdot k_m, \text{грн/год} \quad (2.27)$$

де  $C_{ч.з.}^{б.у.}$  – практичні скориговані годинні затрати,  $C_{ч.з.}^{б.у.} = 9,7$  грн/год;

$k_m$  – машинокоефіцієнт;  $k_{m1} = 1,9$ ,  $k_{m2} = 2,2$ .

Затрати на експлуатацію робочого місця для двох варіантів технологічного маршруту

$$C_{ч.з.1} = 9,7 \cdot 1,9 = 18,43 \text{ грн/год};$$

$$C_{ч.з.2} = 9,7 \cdot 2,2 = 21,34 \text{ грн/год}.$$

Питомі капітальні вкладення у верстати і будівлю для серійного типу виробництва визначаємо за формулами

$$K_c = \frac{Ц}{3200}, \text{грн/год}; \quad (2.28)$$

$$K_z = \frac{f \cdot k_f \cdot 75}{3200}, \text{грн/год}, \quad (2.29)$$

де  $Ц$  – балансова вартість верстата, грн;

$f$  – площа, яку займає верстат,  $\text{м}^2$ ;

$k_f$  – коефіцієнт, що враховує додаткову виробничу площу.

Вартість механічного оброблення  $C_o$  на операції визначаємо за формулою

$$C_o = \frac{C_{н.з.} \cdot T_{шк}}{60}, \quad (2.30)$$

де  $T_{шк}$  – штучно-калькуляційний час на виконання операції, хв.

Варіанти технологічних маршрутів відрізняються тим, що різьбові отвори М10 і М6 в базовому варіанті виконують за дві операції послідовним свердлінням на верстатах моделі 2М55 і нарізанням різі на верстатах моделі 2056 (операції 055, 090 та 065, 095), а у вдосконаленому – за одну операцію 045 та 050 на верстатах моделі 2Н135.

Визначаємо вартість механічного оброблення для відмінних операцій базового варіанту технологічного процесу.

Операція 055 Радіально-свердлильна

$C_{з.1} = 69,95$  грн/год;  $C_{ч.з.1} = 18,43$  грн/год;  $Ц = 280000$  грн;  $f = 20$  м<sup>2</sup>;  $\kappa_f = 3$ ;

$T_{шк} = 2,24$  хв.

$$K_c = \frac{280000}{3200} = 87,5 \text{ грн/год};$$

$$K_з = \frac{20 \cdot 3 \cdot 75}{3200} = 14,06 \text{ грн/год};$$

$$C_{н.з.1} = 69,95 + 18,43 + 0,2 \cdot (87,5 + 14,06) = 108,69 \text{ грн/год};$$

$$C_o = \frac{108,69 \cdot 2,24}{60} = 4,06 \text{ грн.}$$

Операція 065 Радіально-свердлильна

$C_{з.1} = 69,95$  грн/год;  $C_{ч.з.1} = 18,43$  грн/год;  $Ц = 280000$  грн;  $f = 20$  м<sup>2</sup>;  $\kappa_f = 3$ ;

$T_{шк} = 2,06$  хв.

$$K_c = \frac{280000}{3200} = 87,5 \text{ грн/год};$$

$$K_з = \frac{20 \cdot 3 \cdot 75}{3200} = 14,06 \text{ грн/год};$$

$$C_{н.з.1} = 69,95 + 18,43 + 0,2 \cdot (87,5 + 14,06) = 108,69 \text{ грн/год};$$

$$C_o = \frac{108,69 \cdot 2,06}{60} = 3,73 \text{ грн.}$$

Операції 090 і 095 Різенарізні

$C_{з.1} = 69,95$  грн/год;  $C_{ч.з.1} = 18,43$  грн/год;  $Ц = 52000$  грн;  $f = 15$  м<sup>2</sup>;  $\kappa_f = 3,5$ ;

$T_{шк} = 1,2$  хв.

$$K_c = \frac{52000}{3200} = 16,25 \text{ грн/год};$$

$$K_з = \frac{15 \cdot 3,5 \cdot 75}{3200} = 1,23 \text{ грн/год};$$

$$C_{н.з.1} = 69,95 + 18,43 + 0,2 \cdot (16,25 + 1,23) = 91,88 \text{ грн/год};$$

$$C_o = \frac{91,88 \cdot 1,2}{60} = 1,84 \text{ грн.}$$

Сумарна вартість відмінних операцій механічного оброблення для базового варіанту технологічного процесу

$$\Sigma C_{o1} = 4,06 + 3,73 + 2 \cdot 1,84 = 11,47 \text{ грн.}$$

Визначаємо вартість механічного оброблення для відмінних операцій проектного варіанту технологічного процесу.

Операція 045 Вертикально-свердлильна

$$C_{з.2} = 69,95 \text{ грн/год}; C_{ч.з.2} = 21,34 \text{ грн/год}; Ц = 85000 \text{ грн}; f = 15 \text{ м}^2; \kappa_f = 3,5;$$

$$T_{шк} = 3,27 \text{ хв.}$$

$$K_c = \frac{85000}{3200} = 26,56 \text{ грн/год};$$

$$K_з = \frac{15 \cdot 3,5 \cdot 75}{3200} = 1,23 \text{ грн/год};$$

$$C_{н.з.1} = 69,95 + 21,34 + 0,2 \cdot (26,56 + 1,23) = 92,05 \text{ грн/год};$$

$$C_o = \frac{92,05 \cdot 3,27}{60} = 5,01 \text{ грн.}$$

Операція 050 Вертикально-свердлильна

$$C_{з.2} = 69,95 \text{ грн/год}; C_{ч.з.2} = 21,34 \text{ грн/год}; Ц = 85000 \text{ грн}; f = 15 \text{ м}^2; \kappa_f = 3,5;$$

$$T_{шк} = 2,71 \text{ хв.}$$

$$K_c = \frac{85000}{3200} = 26,56 \text{ грн/год};$$

$$K_з = \frac{15 \cdot 3,5 \cdot 75}{3200} = 1,23 \text{ грн/год};$$

$$C_{н.з.1} = 69,95 + 21,34 + 0,2 \cdot (26,56 + 1,23) = 92,05 \text{ грн/год};$$

$$C_o = \frac{92,05 \cdot 2,71}{60} = 4,16 \text{ грн.}$$

Сумарна вартість відмінних операцій механічного оброблення для базового варіанту технологічного процесу

$$\Sigma C_{o2} = 5,01 + 4,16 = 9,17 \text{ грн.}$$

Визначаємо економічний ефект на програму

$$E = (\sum C_{o1} - \sum C_{o2}) \cdot N \quad (2.31)$$

$$E = (11,47 - 9,17) \cdot 16000 = 36800 \text{ грн.}$$

На підставі результатів проведених розрахунків можна констатувати, що вдосконалений технологічний процес економічно ефективніший ніж базовий, а прогнозований економічний ефект складає 36800 грн при річній програмі випуску 16000 шт.

### 3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

Конструкції спеціального технологічного оснащення є досить різноманітними. Разом з тим, вони володіють цілим рядом спільних ознак. Більшість із них включають корпус, в якому змонтовані установочні, затискні та направляючі елементи. Форма і взаємне розташування цих елементів суттєво відрізняються, оскільки залежать від схеми установки в деталей у пристроях, яка, в свою чергу, залежить від схеми базування [10].

#### 3.1 Пристосування токарне для розточування 2-х отворів $\varnothing 50H11$

Пристосування призначене для розточування двох отворів  $\varnothing 50H11$  в деталі «Корпус ТК3006Б». Пристосування має наступну будову. На циліндричний виступ планшайби (див. рис. 3.1) встановлюється зварний корпус поз. 1 за допомогою болтів поз. 17. На корпусі встановлена призма поз. 5, що закріплена гвинтом поз. 16 і штифтом поз. 29. Базування деталі проводиться по призмі і по трьох опорах поз. 31. Закріплення деталі проводиться прихватом поз. 3, на якого зусилля передається через болт поз. 14 і гайку поз. 19. Для балансування пристосування в корпусі встановлюють балансири поз. 7. З метою підвищення техніки безпеки на пристосування закріплюють огороження поз. 6.

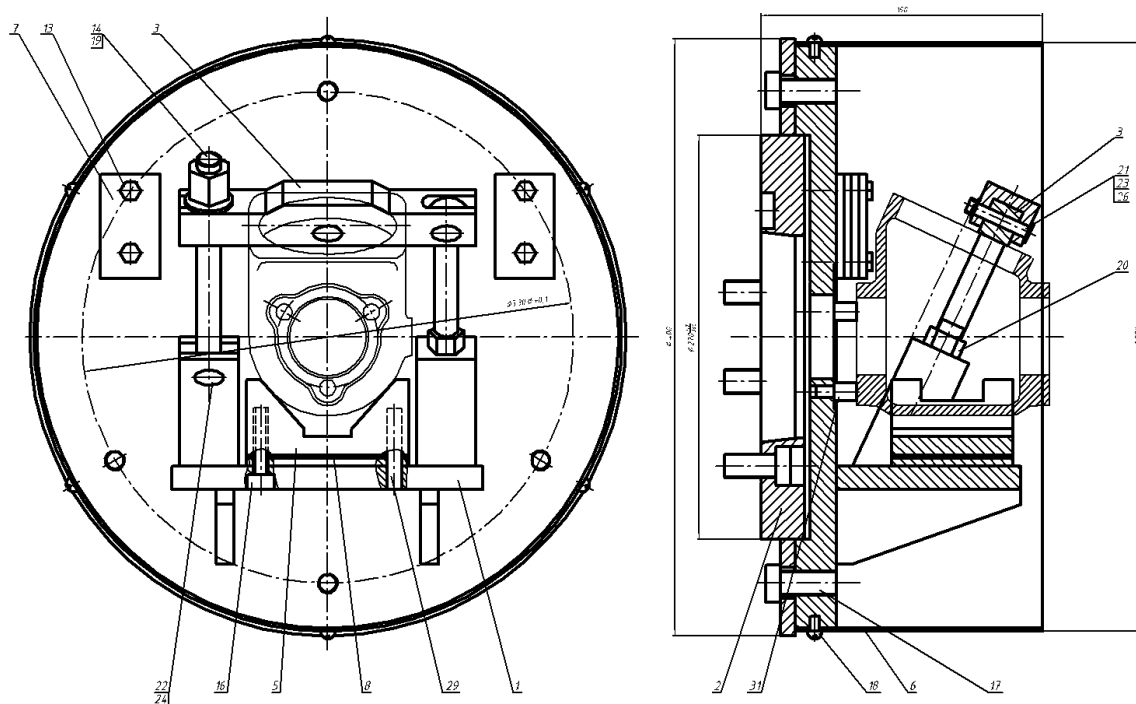


Рисунок 3.1 – Пристосування для розточування 2-х отворів  $\varnothing 50H11$

Пристосування встановлюється на шпиндель токарно-револьверного верстата 1П365 і закріплюється за допомогою планшайби поз. 2 і гвинтів поз. 17. Після розточування отворів і зупинки шпинделя відгвинчують гайку поз. 19, піднімають прихват поз. 3 і виймають деталь. Потім встановлюють нову деталь і цикл повторюється.

### 3.2 Пристрій для фрезерування деталі в розмір 53

Пристрій (рис. 3.2) призначений для фрезерування деталі «Корпус ТК3006Б» в розмір 53.

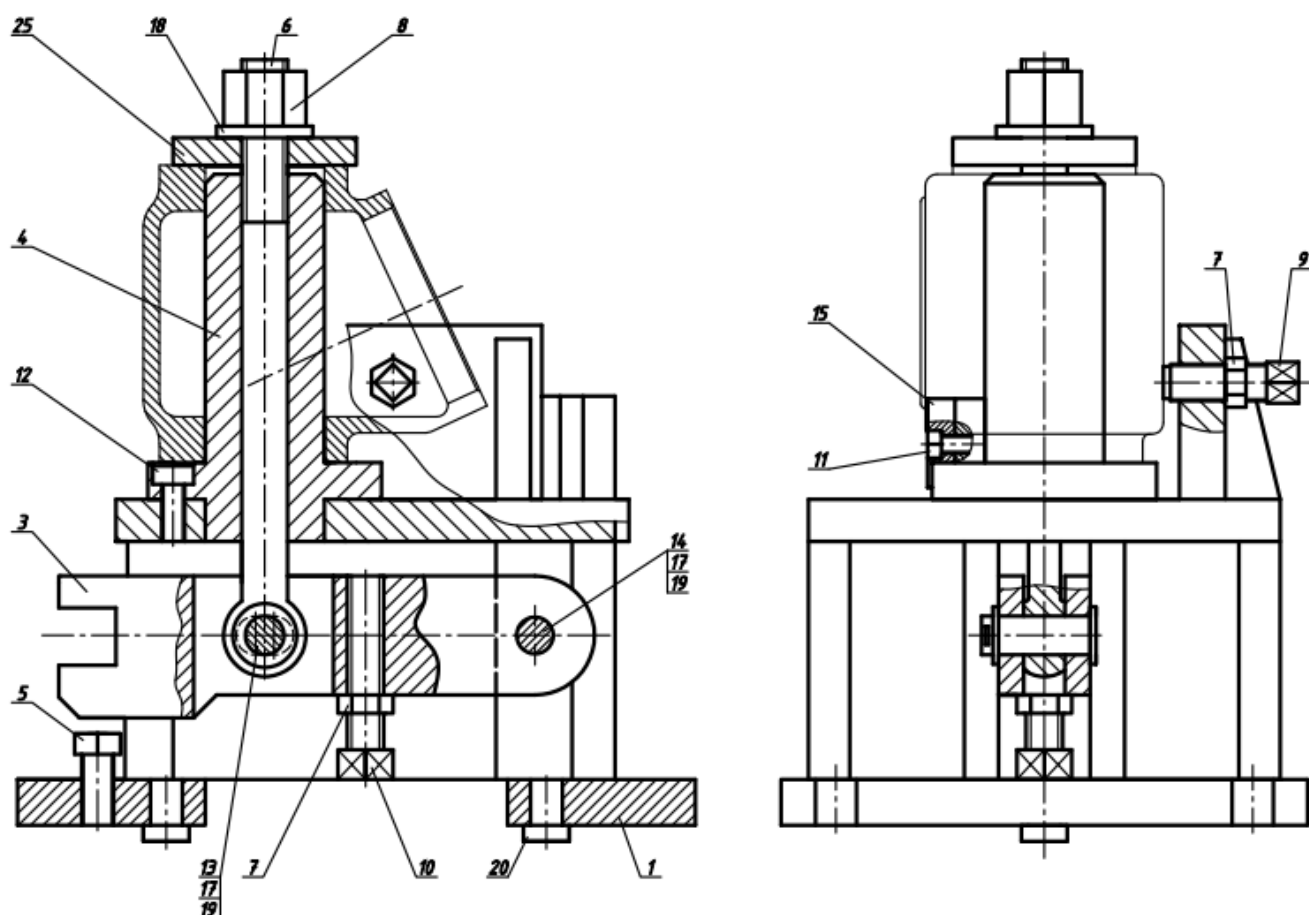


Рисунок 3.2 – Пристрій для фрезерування деталі в розмір 53

Пристрій встановлюють на столі горизонтально-фрезерного верстата 6Р81 нижньою площиною корпуса поз.1. Його фіксують за допомогою двох шпонок

поз. 20 і закріплюють гвинтами. Заготовку встановлюють на оправку поз. 4, кутове положення заготовки фіксує гвинт поз. 9. Встановлення фрези на розмір здійснюється за допомогою установка поз. 15. Затиск деталі здійснюється за допомогою прикладання сили вздовж осі болта поз. 6, що передає зусилля на швидкозмінну шайбу поз. 25 і на заготовку. Необхідне зусилля розвивається за рахунок дії тиску повітря на поршень пневмоприводу універсального (на кресленні не показано). Через шток поршня сила передається через двоплечий важіль на важіль поз. 3 і через вісь поз. 13 на болт поз. 6.

Після закінчення обробки та відводу фрези, перемикають пневмопривод, важіль поз. 3 відводиться у верхнє положення. Виймають швидкозмінну шайбу поз. 25, а за нею заготовку з пристосування. Потім завантажують нову заготовку. Цикл повторюється.

### **3.3 Кондуктор для свердління 4-х отворів Ø8,4**

Кондуктор призначений для свердління 4-х отв. Ø8,4 в деталі «Корпус ТК3006Б».

Кондуктор (рис. 3.3) встановлюється на столі вертикально-свердлильного верстата 2Н135 нижньою площиною корпуса поз. 1 і фіксується гвинтами, які проходять через 4 отвори в корпусі і стіл верстата.

Основним елементом пристосування є корпус поз. 1, на якому за допомогою гвинтів поз. 16 прикріплена основа поз. 4. На основі через штифт поз. 25 встановлена відкидна кондукторна плита поз. 3. Фіксування плити здійснюють за рахунок гайки поз. 10. У плиту встановлені чотири змінні кондукторні втулки поз. 8, які фіксуються гвинтами поз. 14. Базування деталі здійснюється по пальцеві поз. 5 і опорі поз. 6. Закріплення деталі виконують за допомогою гвинтового механізму загвинчуванням гайки поз. 12. Після закінчення обробки і відводу інструменту відкидається кондукторна плита, гайка поз. 12 відгвинчують, знімають швидкозмінну шайбу поз. 20 та деталь. Потім завантажують нову заготовкою і цикл повторюється.

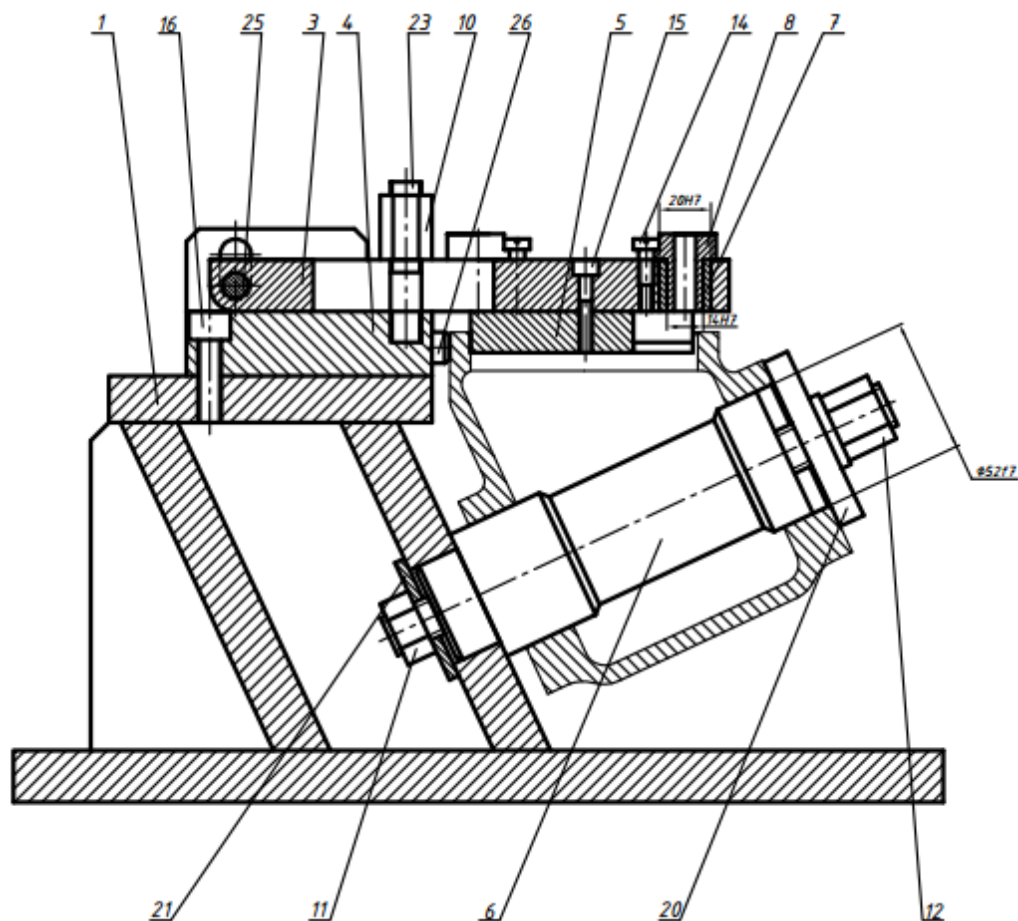


Рисунок 3.3 – Кондуктор для свердління 4-х отворів Ø8,4

### 3.5 Пристрій для контролю співвісності 2-х отворів Ø52Н9

Пристрій призначений для контролю співвісності двох отворів Ø52Н9 в деталі «Корпус ТК3006Б». Пристрій (рис. 3.4) встановлюється на контрольному столі площиною корпуса поз. 3.

Контрольовану деталь насаджують на консольний пустотілий палець поз. 1 і в процесі перевірки провертають рукою на один оберт. При наявності відхилення від співвісності (ексцентриситету) контрольованого отвору, вимірювальний важіль поз. 16 із передаточним відношенням  $k = 2$  зміщає в осьовому напрямку штифти поз. 4 і поз. 6, що викликає відповідне відхилення стрілки індикатора годинникового типу поз. 11. На його шкалі відображається подвоєна величина ексцентриситету. Індикатор за допомогою корпуса 9 встановлюється на кронштейн поз. 12, що в свою чергу прикріплений до корпуса поз. 3 гвинтами поз.



13. Важіль встановлений на осі поз. 15. Для повернення важеля у вихідне положення служить пружини поз. 14 і поз. 7. Для настроювання сили дії пружин використовуються гайки поз. 2 і поз. 5. Фіксування положення індикатора в корпусі поз. 9 здійснюється гвинтом поз. 8.

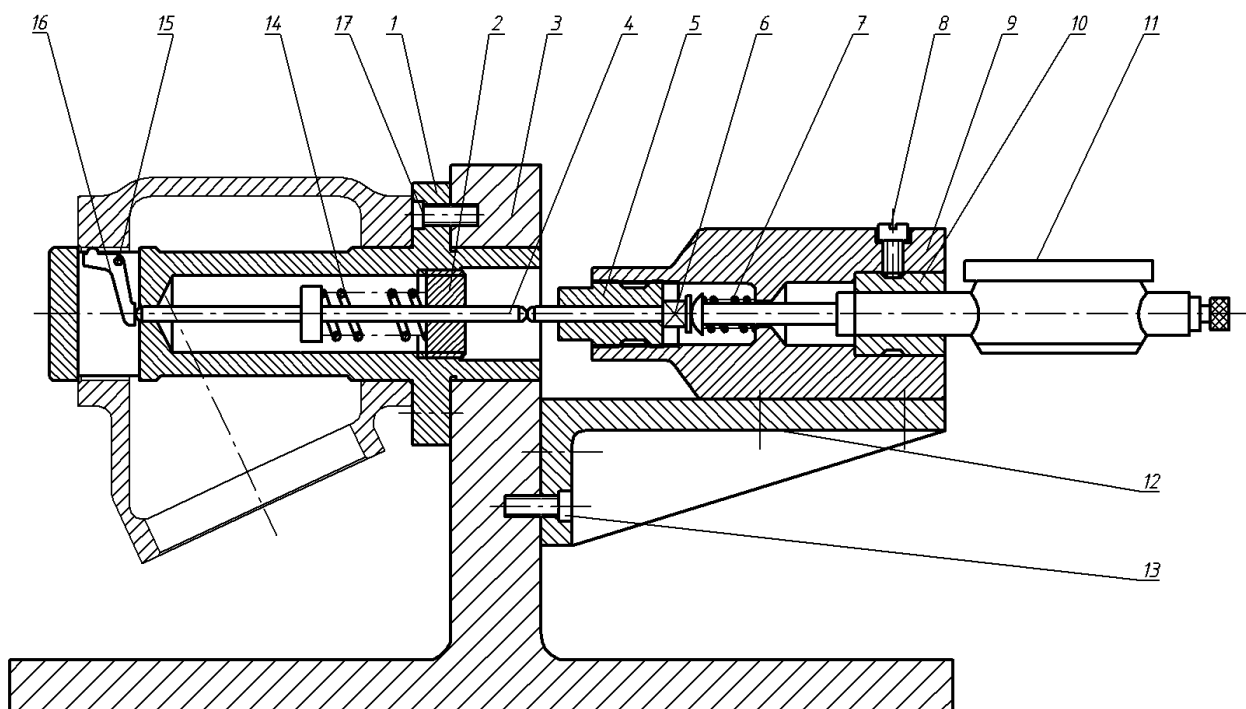


Рисунок 3.4 – Пристрій для контролю співвісності 2-х отворів  $\varnothing 52H9$

## 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

### 4.1 Вплив шуму на організм людини і заходи щодо зниження його рівня

Шум – це звук, який несприятливо впливає на здоров'я і працездатність людини та заважає сприйняттю корисного сигналу.

У виробничому приміщенні джерелами шуму можуть бути:

- машини та механізми – механічний шум;
- електромагнітні пристрої – електромагнітний шум;
- закінчення рідин та газів – аерогідродинамічний шум.

Несприятлива дія шуму залежить також від частотного діапазону звука.

Внаслідок неперервного впливу інтенсивного шуму на слух людей може виникнути професійна глухота або різка втрата слуху – туговухість. Шум руйнує нервову систему, послаблює увагу, пам'яті [11]. Допустимий рівень шуму на робочих місцях встановлюють санітарні норми СН 3223-85.

В залежності від характеристик, шум поділяється на постійний та непостійний. Постійним вважається шум, рівень звуку якого за 8-годинний робочий день змінюється у часі не більше ніж на 5 дБ. Непостійний – більше ніж на 5 дБ.

Допустимі рівні постійного шуму на робочих місцях нормуються у октавних смугах з середньо геометричними частотами.

Еквівалентним рівнем звуку називають значення рівня звуку тривалого постійного шуму, який у межах регламентованого інтервалу часу  $T = t_2 - t_1$ , має те саме середньоквадратичне значення рівня, що і шум, рівень якого змінюється у часі.

Нормування постійного широкосмугового шуму на робочих місцях проводиться за шкалою шумоміра А, яка відповідає середній чутливості вуха людини. Для непостійного шуму (тонального та імпульсного), нормовані значення беруться на 5 дБ(А) меншими.

Захист від шкідливого впливу шуму, інфразвуку та ультразвуку проводиться такими основними методами.

1. Усунення коливань у джерелі виникнення.

Застосування пластмас та інших полімерних матеріалів, ретельне балансування обертових мас, заміна прямозубих передач косозубими тощо.

2. Усунення коливань на шляху розповсюдження.

Звукоізоляція, звукопоглинання, використання глушників аеродинамічного шуму, багатошарових огорож.

Звукопоглинання – це розсіювання звукової енергії у пористих матеріалах (повсть, пінопласт, поролон, скловолокно).

Звукоізоляція – це спосіб боротьби з поширенням шуму, заснований на його властивості відбиватися від поверхонь (сталевий лист знижує шум на 30 - 60 дБ).

Багатошарові огорожі – декілька шарів з різними акустичними властивостями (віконна рама).

Глушники аеродинамічного шуму встановлюють у місцях переміщення газів з високими швидкостями.

Архітектурно-планувальні методи передбачають використання природних перешкод (лісопосадки), раціональне розташування обладнання, вибір перекриття.

Організаційно-технологічні заходи включають своєчасне і якісне проведення планово-попереджувального ремонту, контроль за правильною експлуатацією, вибір малOSHумного обладнання та технологій.

Засоби індивідуального захисту:

- навушники при гучності більше 120 дБ ;
- вкладиші у вуха з ультроволокна;
- спеціальні шоломи, маски, протичумні костюми.

#### **4.2 Правила техніки безпеки при експлуатації абразивних кругів**

При роботі на заточувальних верстатах ти з шліфувальними машинами в результаті розриву абразивного круга можуть бути отримані серйозні травми. Перед установкою абразивного круга його оглядають і простукують. Круги з тріщинами, вибоїнами та іншими дефектами встановлювати забороняється. Круг

повинен бути закріплений на шпинделі затискними фланцями з діаметром не менше  $1/3$  діаметру круга. Між кругом і фланцями з обох сторін повинні бути прокладки з щільного паперу, картону або гуми товщиною від 0,5 до 3 мм. Абразивний круг повинен бути перевірений протягом 5 хв при роботі вхолосту.

Абразивні круги необхідно обладнувати захисними кожухами. Величина відкритої частини кожуха повинна бути мінімальною і визначається габаритами оброблюваних деталей і діаметром круга. Дозволяється мати відкриту частину в межах  $60-120^\circ$ .

Працюючи з абразивними кругами, робітник повинен дотримуватися вимог техніки безпеки:

#### 1 Загальні вимоги безпеки.

1.1 До самостійної роботи на шліфувальних і заточувальних верстатах допускається навчений персонал, який пройшов медичний огляд, інструктаж з техніки безпеки на робочому місці, ознайомлення з правилами пожежної безпеки і засвоїв безпечні прийоми роботи.

1.2 Робітнику дозволяється працювати лише на верстатах, до яких він допущений, і виконувати роботу, яка доручена йому керівником цеху (дільниці).

#### 2 Вимоги безпеки перед початком роботи.

##### 2.1 Перед початком роботи робітник зобов'язаний:

- прийняти верстат;
- привести в порядок спецодяг;
- перевірити наявність і справність захисного екрана і захисних окулярів, запобіжних пристроїв захисту від абразивної пилу і охолоджувальних рідин;
- відрегулювати місцеве освітлення так, щоб робоча зона була досить освітлена і світло не сліпило очі;
- надійно закріпити підручник;
- перевірити на холостому ході верстата:
  - а) справність органів керування;
  - б) справність системи мащення і охолодження;
  - в) справність фіксації важелів керування;

- перевірити стан абразивних кругів зовнішнім оглядом з метою виявлення тріщин і вибоїн;

- перевірити паспорт про випробування на міцність кругів діаметром 150 мм і вище.

## 2.2 Робітнику забороняється:

- працювати в тапочках, сандалях, босоніжках тощо;
- застосовувати несправні і неправильно заточені ріжучі інструменти і пристосування;

- доторкатися до струмоведучих частин електроустаткування, відкривати дверцята електрошафи.

## 3 Вимоги безпеки під час роботи.

### 3.1 Під час роботи робітник зобов'язаний:

- ввімкнути витяжну вентиляцію і перевірити її роботу;
- перевірити надійність кріплення абразивного круга;
- перевірити справну роботу верстата на холостому ході упродовж 3-5 хв., перебуваючи на відстані від небезпечної зони можливого розлітання уламків абразивного круга;

- при ручній подачі подавати круг або інструмент на круг плавно, без ривків і різкого натиску;

- не допускати роботу боковими поверхнями круга, якщо круг не призначений спеціально для такого виду робіт;

- заточення й доведення інструменту алмазними кругами проводити лише з охолодженням;

- алмазний і металевий пил видаляти з верстата спеціальною щіткою або скребком;

- оберігати круг від ударів і поштовхів;

### 3.2 Під час роботи на верстаті забороняється:

- працювати в рукавицях, а також з забинтованими пальцями без гумових напалечників;

- гальмувати обертання шпинделя натиском руки на обертові частини верстата;

- користуватися місцевим освітленням напругою вище 42 В;

- працювати з кругами, які мають тріщини або вибоїни;

- застосовувати важелі для збільшення натиску на круг;

- під час роботи верстата відкривати і знімати огороження і запобіжні пристрої;

- залишати ключі, пристосування та інші інструменти на працюючому верстаті.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Інженерні рішення, прийняті в кваліфікаційній роботі, дозволили вдосконалити технологічний процес механічного оброблення корпусу ТК3006Б і досягнути покращення окремих його показників.

2. Запропонований в роботі технологічний процес механічного оброблення корпусу ТК3006Б характеризується концентрацією операцій на вертикально-свердлильних і токарно-револьверних верстатах із застосуванням спеціального різального інструменту. Крім того, обладнання, що забезпечить його реалізацію має меншу вартість і потужність у порівнянні з базовим варіантом.

3. Підібране спеціальне технологічне оснащення для реалізації вдосконаленого технологічного процесу дозволило забезпечити концентрацію операцій на вертикально-свердлильних і токарно-револьверних верстатах.

4. На підставі аналізу результатів розрахунків економічної ефективності встановлено, що вдосконалений технологічний процес економічно ефективніший ніж базовий, а прогнозований економічний ефект складає 36800 грн при річній програмі випуску 16000 шт.

5. В роботі розглянуто питання безпеки життєдіяльності та охорони праці.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДСТУ 8781:2018. Виливки зі сталі. Загальні технічні умови. Введ. 2019–01–01. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018. 41 с. : веб сайт. URL : <https://foundry.kpi.ua/wp-content/uploads/2021/06/dstu-8781-2018.pdf> (дата звернення: 25.01.2022).
2. Дипломное проектирование по технологии машиностроения / Под ред. В. В. Бабука. Минск : Высшая школа, 1979. 464 с.
3. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения : учеб. пособ. для вузов. Москва : ООО «ИД» Альянс, 2007. 256 с.
4. Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г., Капаціла Ю. Б., Гевко Ів. Б. Технологія оброблення корпусних деталей : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 152 с.
5. Паливода Ю. Є., Дячун А. Є., Лещук Р. Я. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки : навч.-метод. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2019. 240 с.
6. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. т. 2 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. Москва : Машиностроение, 1985. 496 с.
7. Режимы резания металлов : Справочник / Под ред. Ю. В. Барановского. Москва : Машиностроение, 1972. 408 с.
8. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного и времени на обслуживание рабочего места на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Москва : Машиностроение, 1970. 424 с.
9. Пилипець М. І., Данильченко Л. М., Ткаченко І. Г. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Організація виробництва» Тернопіль : ТНТУ, 2018. 60 с.
10. Дичковський М. Г. Технологічна оснастка. Проектно-конструкторські розрахунки пристосувань : навч. посіб. Тернопіль : ТДТУ, 2001. 277 с.
11. Житецький В. Ц. Основи охорони праці / В. Ц. Житецький, В. С. Джигірей, О. В. Мельников. Львів : Афіша, 2000. 347 с.



## ДОДАТОК А

## КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ

на технологічний процес механічної обробки

корпуса ТК3006Б











Дубл.	Замість.	Підпис.											5				
			<b>Корпус</b>										<b>TK3006Б</b>				
А	Цех	Діляч	РМ	Опер.	Код, назва операції	СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	К шт.	Т п, S	Т шт.	
																	КВ
Б	Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу																
Кім	Позначення документа																
А 01	18			035	0108										10		0,40
Б 02	<i>Верстак слюсарний</i>																
О 03	<i>1. Зачистити заусенці після фрезерування.</i>																
Т 04	<i>Напильник ГОСТ 1465-80.</i>																
05																	
А 06	18			040	4121										18		6,21
Б 07	<i>2Н135</i>																
О 08	<i>1. Свердлити послідовно 3 отв. Ø6,7<sup>+0,28</sup> в розміри 1, 2, 3, 4 напрохід.</i>																
Р 09	<i>L=75 мм; t=3,4 мм; i=1; S=0,1 мм/хв; n=500 об/хв; V=10,7 м/хв; To=1,5 хв.</i>																
Т 10	<i>Пристрій 7357-4392. Свердло (Ø6,8) ГОСТ 10903-77; Пробка (Ø6,8) ГОСТ 14815-69; Калібр 8150-4600.</i>																
О 11	<i>2. Перевстановити деталь.</i>																
О 12	<i>3. Свердлити послідовно 3 отв. Ø6,7<sup>+0,28</sup> в розміри 1, 2, 3, 4 напрохід.</i>																
Р 13	<i>L=75 мм; t=3,4 мм; i=1; S=0,1 мм/хв; n=500 об/хв; V=10,7 м/хв; To=1,5 хв.</i>																
Т 14	<i>Пристрій 7357-4392. Свердло (Ø6,8) ГОСТ 10903-77; Пробка (Ø6,8) ГОСТ 14815-69; Калібр 8150-4600.</i>																
О 15	<i>4. Замінити інструмент.</i>																
О 16	<i>5. Відкинути кондукторну плиту.</i>																
17																	
МК	<i>Механічної обробки</i>																





Дубл.	Замість.	Підпис.											7				
			<b>Корпус</b>										<b>TK3006Б</b>				
А	Цех	Діляч	РМ	Опер.	Код, назва операції	Позначення документа											
						Код, назва обладнання	КР	КОВД	ОН	ОП	К шт.	Т п.С	Т шт.				
Б	Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу					СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	К шт.	Т п.С	Т шт.	
Кім	Позначення, код																
О 01	4. Нарізати послідовно різь М10 в 4 отв. в розміри (1), (2), (3), (4).																
Р 02	L=108 мм; t=0,8 мм; i=1; S=1,5 мм/хв; n=180 об/хв; V=5,56 м/хв; To=0,8 хв.																
Т 03	Мітчик (М10) ГОСТ 3266-81; Пробка (М10) ГОСТ 17758-72; Окулярі 012-72 ГОСТ 12.4.013-85.																
04																	
А 05	18	050	4121	Вертикально-свердлильна												18	2,71
Б 06	2Н135																
О 07	1. Свердлити послідовно 4 отв. Ø4,5 <sup>+0,27</sup> в розміри (1), (2), (3) напрохід.																
Р 08	L=40 мм; t=2,5 мм; i=1; S=0,08 мм/хв; n=630 об/хв; V=9,9 м/хв; To=1,6 хв.																
Т 09	Приспосування 7357-4393. Свердло (Ø4,5) ГОСТ 10903-77; Пробка (Ø4,5) ГОСТ 14815-69; Калібр 8150-4638.																
О 10	2. Замінити інструмент.																
О 11	3. Відкинути кондукторну плиту.																
О 12	4. Нарізати послідовно різь М6 в 4 отв. в розміри (1), (2), (3), (4).																
Р 13	L=40 мм; t=0,52 мм; i=1; S=1,0 мм/хв; n=180 об/хв; V=3,38 м/хв; To=0,8 хв.																
Т 14	Мітчик (М6) ГОСТ 3266-81; Пробка (М6) ГОСТ 17758-72; Окулярі 012-72 ГОСТ 12.4.013-85.																
15																	
16																	
17																	
МК	Механічної обробки																

Дубл.	Замість.	Підпис.											8	
			<b>Корпус</b>										<b>TK3006Б</b>	
А	Цех	Діляч.	РМ	Опер.	Код, назва операції	СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	Позначення документа		
												ОН	ОВ	Т.п.С
Б	Код, назва обладнання					КВ			Т.шт.					
Кім	Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу					ОН			Н. випр.					
A 01	18	055	4121	Вертикально-свердлильна									18	2,02
B 02				2Н135										
O 03	1. Свердлили отвір $\varnothing 14,4^{+0,3}$ в розміри (2), (3) напрохід.													
P 04	$L=17$ мм; $t=7,25$ мм; $i=1$ ; $S=0,2$ мм/хв; $n=250$ об/хв; $V=11,4$ м/хв; $T_o=0,34$ хв.													
T 05	Кондуктор. Свердло ( $\varnothing 14,5$ ) ГОСТ 10903-77; Пробка ( $\varnothing 14,4$ ) ГОСТ 14815-69.													
O 06	2. Замінити інструмент.													
O 07	3. Відкинути кондукторну плиту.													
O 08	4. Зенкувати торець в розмір (4).													
P 09	$L=5$ мм; $t=3,0$ мм; $i=1$ ; $S=0,09$ мм/хв; $n=250$ об/хв; $V=19,6$ м/хв; $T_o=0,32$ хв.													
T 10	Зенковка ( $\varnothing 32$ ) Т15К6 2350; Штангенциркуль ШЦ-І-125-0,1 ГОСТ 166-80.													
O 11	5. Замінити інструмент.													
O 12	6. Нарізати різь М16х1,5 в розміри (1), (2), (3).													
P 13	$L=16$ мм; $t=1,5$ мм; $i=1$ ; $S=1,5$ мм/хв; $n=180$ об/хв; $V=9,1$ м/хв; $T_o=0,17$ хв.													
T 14	Мітчик (М16х1,5) ГОСТ 3266-81; Пробка (М16х1,5) ГОСТ 17758-72; Окуляри 012-72 ГОСТ 12.4.013-85.													
O 15														
O 16														
I 7														
МК	Механічної обробки													



Дубл.	Замість.	Підпис.											10			
			<b>Корпус</b>										<b>ТК3006Б</b>			
А	Цех	Діляч	РМ	Опер.	Код, назва операції	Позначення документу										
						Код, назва обладнання	КР	КОВД	ОН	ОП	К шт.	Т п.С	Т шт.			
Б	Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу					СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	К шт.	Т п.С	Т шт.
Кім	Позначення, код															
О 01	3. Перевірити позиційний допуск осей отворів (12), (13), (15), (16).															
Т 02	Калібр 8150-4600.															
О 03	4. Перевірити позиційний допуск осей отворів (19), (20), (21).															
Т 04	Калібр 8150-4601.															
О 05	5. Перевірити позиційний допуск осей отворів (17), (18), (24).															
Т 06	Калібр 8150-4538.															
О 07	6. Перевірити розмір (2).															
Т 08	Пробка (Ø52Н9) ГОСТ 14815-69.															
О 09	7. Перевірити розмір (4).															
Т 10	Пробка (Ø88Н9) ГОСТ 14815-69.															
О 11	8. Перевірити розмір (9).															
Т 12	Скоба (130) 8102-4109.															
О 13	9. Перевірити розмір (5).															
Т 14	Шаблон (64) 7304-0083.															
О 15	10. Перевірити розмір (7).															
Т 16	Шаблон (48) 8105-4546.															
17																
МК	Механічної обробки															

Дубл.	Замість.	Підпис.											II				
													TK3006Б				
			Корпус														
А	Цех	Діляч.	РМ	Опер.	Код, назва операції	СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	К шт.	Т п.С	Т шт.	
																	Кім
O 01																	
T 02																	
O 03																	
T 04																	
O 05																	
T 06																	
O 07																	
T 08																	
O 09																	
T 10																	
O 11																	
T 12																	
O 13																	
T 14																	
O 15																	
T 16																	
I 17																	
МК	Механічної обробки																

Дубл.	Замість.	Підпис.											12				
													TK3006Б				
			Корпус														
А	Цех	Діляч	РМ	Опер.	Код, назва операції	СМ	Проф.	Р	УП	КР	КОВД	ОН	ОП	ОВ	К шт.	Т п.С	Т шт.
Б	Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу				Код, назва обладнання	Позначення документу										КВ	Н. випр.
Кім																	
O 01	19. Перевірити розміри (3), (8), (25).																
T 02	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80.																
O 03	20. Перевірити шорсткість поверхонь.																
T 04	Зразки шорсткості ГОСТ 9378-75.																
O 05	21. Перевірити овальність і конусність поверхонь в посадочних отворах.																
T 06	Нутромір 50-100 ГОСТ 868-72.																
07																	
08																	
09																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
МК	Механічної обробки																

































ДОДАТОК Б  
СПЕЦИФІКАЦІЇ

- Б.1 Пристосування токарне для розточування 2-х отворів  $\varnothing 50H11$  в деталі ТК3006Б.
- Б.2 Пристрій для фрезерування деталі ТК3006Б в розмір 53.
- Б.3 Кондуктор для свердління 4-х отворів  $\varnothing 8,4$  в деталі ТК3006Б.
- Б.4 Державка для розточування 2-х отворів  $\varnothing 50H11$  в деталі ТК3006Б.
- Б.5 Пристрій для контролю співвісності 2-х отворів  $\varnothing 52H9$  в деталі ТК3006Б.





Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			КРБ 20-280.04.00 СК	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	КРБ 20-280.04.01	Корпус	1	
				<u>Деталі</u>		
		3	КРБ 20-280.04.03	Важіль	1	
		4	КРБ 20-280.04.04	Оправка	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		5		Болт М16-6g×30.58		
				ГОСТ 7798-70	1	
		6		Болт 7002-0604		
				ГОСТ 14724-69	1	
		7		Гайка М16-6Н		
				ГОСТ 5916-70	2	
		8		Гайка 7003-0306		
				ГОСТ 8918-69	1	
				Гвинти ГОСТ 1482-84		
		9		М16-6g×50.58	1	
		10		М16-6g×80.58	1	

КРБ 20-280.04.00

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Зелінський			<b>Пристрій для фрезерування деталі ТК3006Б в розмір 53</b>	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перев.		Ткаченко					1	2
Реценз.						<b>ТНТУ, ФМТ, каф. МТ, гр. МТс-41</b>		
Н. контр.		Ткаченко						
Затв.		Окіпний						















