

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет хімічної інженерії

Кафедра машинознавства та обладнання промислових підприємств

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
до дипломної роботи

освітньо-кваліфікаційного рівня *бакалавр*

напряму підготовки *6.050502 Інженерна механіка*

на тему **«Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі  
«Кришка» з обсягом випуску 350 штук на рік»**

Виконав: студент групи ІМ - 132

Самойленко І.О.  
(прізвище, та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник Жидков А.Б.  
(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Завідувач кафедри Архипов О.Г.  
(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Рецензент Сергієнко О.В.  
(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Сєверодонецьк - 2017

## РЕФЕРАТ

Бакалаврська робота на тему:

Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі «Кришка» з обсягом випуску 350 штук на рік.

Листів – 67, ілюстрацій – 8, таблиць – 9, додатків – 1, посилань – 21, графічного матеріалу – 4 аркуші формату А1.

Об'єкт дослідження – процес механічної обробки деталі «Кришка» з обсягом випуску 350 штук на рік.

Метою даної дипломної роботи є закріплення набутих навичок по розробці маршрутного технологічного процесу виготовлення деталі «Кришка».

В технологічній частині роботи виконано аналіз технологічності деталі, проведено обґрунтування нового методу отримання заготовки, розраховані міжопераційні припуски і проведений розрахунок режимів різання.

В конструкторській частині дипломної роботи спроектовані і розраховані спеціальне верстатне пристосування для встановлення і закріплення деталі, спеціальний засіб контролю і спеціальний різальний інструмент.

В організаційній частині виконано технічне нормування верстатних операцій, а також представлені основні вимоги до організації робочого місця верстатника.

В останньому розділі роботи розглядаються питання щодо охорони праці верстатника до, під час та після виконання механічної обробки деталі «Кришка» з використанням металообробних верстатів на підприємстві.

Методи досліджень – теоретичний, графічний та розрахунковий із застосуванням ЕОМ.

**Ключові слова:** кришка, технологічний процес, технологічність конструкції, технологічні бази, заготовка, деталь, припуск, режими різання, ріжучий інструмент, пристосування, верстат.

## ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	5
1.1 Аналіз призначення та умов роботи деталі «Кришка».	5
1.2 Визначення типу виробництва.	5
1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі.	6
1.4 Вибір методу виготовлення заготовки.	7
1.5 Вибір технологічних баз.	11
1.6 Проектування послідовності оброблення деталі.	12
1.7 Розрахунок і призначення припусків на механічну обробку.	18
1.8 Розрахунок режимів різання.	25
2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	37
2.1 Проектування верстатного пристосування.	37
2.2 Проектування контрольного пристосування.	39
2.3 Проектування інструментальних налагоджень.	44
3 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА	47
3.1 Нормування технологічних операцій.	47
3.2 Організація робочого місця верстатника.	51
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	55
4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів на проєктованій ділянці	55
4.2 Захист від дії небезпечних і шкідливих факторів	57
ВИСНОВКИ	62
ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА	63
ДОДАТКИ	65

## ВСТУП

Машинобудування – найважливіша галузь промисловості. Зростання і вдосконалення виробництва різної продукції безпосередньо забезпечується розвитком машинобудування, так як його продукція – машини різного призначення – поставляються всім галузям промисловості. Машинобудування визначає технічний прогрес країни і робить вирішальний вплив на створення матеріальної бази нового суспільства. У зв'язку з цим його розвитку завжди надавалося велике значення.

Перед машинобудівної промисловістю стоять завдання вдосконалення технологічних процесів, винахід і вивчення нових методів виробництва, подальший розвиток і впровадження комплексної механізації і автоматизації виробничих процесів на базі досягнень науки і техніки, що забезпечують найбільш високу продуктивність праці при належній якості і найменшій собівартості продукції, що випускається.

Для обробки різанням провідними серед процесів формоутворення є збільшення швидкостей обробки, застосування нових видів інструментів і пристосувань, нового прогресивного обладнання, а також підвищення зносостійкості, твердості інструмента і використання нових прогресивних інструментальних матеріалів [1].

Підвищення вимог до якості деталей машин викликає необхідність пошуку нових високопродуктивних методів обробки поверхні, що забезпечують виготовлення деталі відповідно до вимог.

Завданням дипломної роботи є розробка технологічного процесу механічної обробки кришки верхньої редуктора тягнучо-правильної машини з метою зниження собівартості виробу за рахунок виконання маршруту механічної обробки деталі з використанням найсучаснішого обладнання та найефективніших технологій.

# 1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

## 1.1 Аналіз призначення та умови роботи деталі «Кришка»

Кришка є деталлю механізму приводу редуктора тягнуcho-правильного механізму. Вона служить для фіксації підшипника ведучого вала.

За конструкцією деталь являє собою тіло обертання з центральним отвором і пазами на торцевій поверхні, і отворами для кріплення до корпусу редуктора.

Деталь працює в статичних умовах, невисоких динамічних навантаженнях.

Основними базами деталі є: торець деталі, зовнішні і внутрішні циліндричні поверхні [6]. В якості технологічних баз приймаються ті ж поверхні: торець деталі, зовнішні і внутрішні циліндричні поверхні.

Деталь досить технологічна [19], допускає застосування високопродуктивних режимів обробки, має хороші базові поверхні для первинних операцій і досить проста по конструкції. Розташування кріпильних отворів, як різьбових, так і гладких, допускає багатоінструментальну обробку, а так само обробку на верстатах з ЧПК.

## 1.2 Визначення типу виробництва

Тип виробництва і відповідні йому форми організації роботи визначають характер технологічного процесу [3]. Від правильного вибору типу виробництва на проектованій ділянці залежить якість розробки всього проекту. Тому необхідно, виходячи з заданої програми випуску і типу вироблених деталей, встановити тип виробництва.

Виробництво можна віднести до того чи іншого типу умовно за кількістю оброблюваних на рік деталей або виробів одного найменування і типорозміру. За типами виробництва машинобудівне виробництво підрозділяється на три великі групи (див. табл. 1.1) [2].

Таблиця 1.1 - Визначення типу виробництва за кількістю оброблюваних деталей однієї назви і типорозміру на рік.

Тип виробництва	Кількість оброблюваних деталей одного найменування і типорозміру на рік, шт.		
	Великі, важкі деталі велику трудомісткість масою понад 30 кг.	Деталі середніх розмірів і трудомісткості масою 8÷30 кг.	Невеликі, легкі, малотрудомісткі деталі масою до 8 кг.
Одиничне	менш 5	менш 10	менш 100
Дрібносерійне	5÷100	10÷200	100÷500
Середньосерійне	100÷300	200÷500	500÷5000
Багатосерійне	300÷1000	500÷5000	5000÷50000
Масове	більше 1000	більше 5000	більше 50000

Згідно таблиці 1.1 визначаємо тип виробництва. З огляду на те, що кількість виготовлених кришок дорівнює 350 і маса одного виробу становить 2,5 кг, приймається дрібносерійний тип виробництва. Він характеризується використанням універсального обладнання, яке оснащується універсальним і спеціальним оснащенням в залежності від виробничих можливостей.

### 1.3 Аналіз технологічності деталі

Оцінка технологічності проводиться якісно і кількісно з розрахунком показників технологічності згідно ДСТ 14.201-83 «Забезпечення технологічності конструкції виробів» [19]. Деталь, що піддається обробці різанням, буде технологічна в тому випадку, коли її конструкція дозволяє застосовувати раціональну заготовку, форма і розміри якої максимально наближені до форми і розмірів готової деталі, а також використовувати високоефективні процеси обробки.

Кришка являє собою деталь типу тіла обертання. Деталь є досить жорсткою, що дозволяє використовувати високопродуктивне обладнання та вести обробку на нормативних режимах різання, не зменшуючи їх. Конструкція

деталі дає можливість поєднувати конструкторські, технологічні і вимірювальні бази.

Конструкція деталі досить технологічна. Для обробки всіх поверхонь деталі існує можливість застосування високоефективного обладнання і високопродуктивних методів обробки. Деякі розміри деталі забезпечуються самим інструментом.

До недоліків можна віднести різні кути нахилу наскрізних отворів. Також нетехнологічним є те, що пази для встановлення кришки мають різну довжину та є не симетричними.

Проаналізувавши вище зазначені умови, робимо висновок, що дана деталь є технологічною.

У відповідності з ДСТ 14.202-73 [19] розраховуємо показники технологічності конструкції деталі.

Середній квалітет точності обробки деталі [2]:

$$T_{cp.} = \frac{\sum T_i * n_i}{\sum n_i}, \quad (1.1)$$

де  $T_i$  – номер квалітета точності поверхні;

$n_i$  - кількість розмірів деталей, що обробляються за  $T_i$ - м квалітетом.

Для розрахунку  $T_{cp.}$  складаємо вихідну таблицю точності поверхонь деталі (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 - Точність поверхонь деталі

Квалітет точності, JT	6	8	10
Кількість розмірів, n	4	6	10

$$T_{cp} = \frac{6 \cdot 4 + 8 \cdot 6 + 10 \cdot 10}{4 + 6 + 10} = 8,6$$

Коефіцієнт точності обробки [2]

$$K_{m.ч.} = 1 - \frac{1}{T_{cp.}}, \quad (1.2)$$

$$K_{m.ч.} = 1 - \frac{1}{8,6} = 0,88$$

Середня шорсткість поверхонь [2]:

$$Ш_{cp} = \frac{\sum Ra * n_i}{\sum n_i}, \quad (1.3)$$

де  $R_{ai}$  - значення шорсткості і-ої поверхні;

$n_i$  - кількість поверхонь, маючих шорсткість  $R_{ai}$ .

Для розрахунку  $Ш_{cp}$  складаємо вихідну таблицю шорсткості деталі.

Таблиця 1.3 - Шорсткість поверхонь деталі «Кришка»

Шорсткість Ra, мкм	1,6	3,2	6,3	12,5
Кількість поверхонь n	0	4	6	10

$$Ш_{cp} = \frac{3,2 \cdot 4 + 6,3 \cdot 6 + 12,5 \cdot 10}{4 + 6 + 10} = 8,78 \text{ мкм}$$

Коефіцієнт шорсткості деталі:

$$K_u = \frac{1}{Ш_{cp}} \quad (1.4)$$

$$K_u = \frac{1}{8,78} = 0,19$$

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{вм} = \frac{M_o}{M_з}, \quad (1.5)$$

де  $M_o$  - маса деталі;

$M_з$  - маса заготовки.

$$K_{вм} = \frac{2,5}{3,4} = 0,73$$

Так як розрахункове значення коефіцієнта точності обробки більше нормативного, рівного 0,8 і значення коефіцієнта шорсткості поверхонь також більше нормативного, рівного 0,18 (ДСТ 14.201-83 [19]), можна зробити висновок про те, що з кількісної оцінки конструкція кришки технологічна.



В цілому конструкція кришки є досить технологічною і дозволяє порівняно легко і гарантовано забезпечувати задані вимоги відомими технологічними способами. При цьому на всіх операціях забезпечується дотримання принципу єдності та постійності баз.

#### **1.4 Вибір методу виготовлення заготовки**

Вибір сталі для виготовлення деталей машин і метод її зміцнення визначається рівнем необхідної конструкційної міцності, технологічністю механічної, термічної обробки, обсягом виробництва, недостатністю, вартістю матеріалу і собівартістю обробки [1].

Матеріал повинен задовольняти умовам роботи деталі, забезпечувати задану конструкторську міцність. Також матеріал повинен задовольняти вимогам мінімальної трудомісткості виготовлення деталі, але не на шкоду якості. Матеріал повинен мати гарну оброблюваність різанням і тиском. Також матеріал повинен бути по можливості дешевший, з урахуванням всіх витрат, які включають не тільки вартість матеріалу, але й виготовлення деталі [1, 5].

Кришка - деталь слабонавантажена, працює в умовах дії змінних навантажень по зовнішній поверхні і внутрішній поверхні. Отже, матеріал деталі повинен володіти середньою міцністю, твердістю. Звідси виникають такі вимоги до матеріалу деталі:

1. середні механічні властивості (міцність тощо);
2. висока прожарюваність і низьке знеуглецювання при загартуванні.

Для виготовлення деталі вибирається вуглецева конструкційна Сталь 30 ДСТ 1050-88, що відповідає перерахованим вище вимогам - має нормальну міцністю; здатність працювати в умовах циклічних навантажень. Хоча, механічні властивості легованих сталей значно вище, ніж механічні властивості вуглецевих сталей, в даному випадку доцільно і економічно вигідніше використовувати Сталь 30 [1].

У таблиці 1.4 наведені хімічний склад, і механічні властивості Сталі 30 ДСТ 1050-88.

Таблиця 1.4 - Хімічний склад і механічні властивості Сталі 30

<b>Сталь 30 ДСТ 1050-88</b>									
Позначення елементів	C	Si	Mn	Cr	S	P	Cu	Ni	As
Зміст, %	0,27- 0,35	0,17- 0,37	0,5- 0,8	0,25	0,04	0,035	0,25	0,25	0,08
$\sigma_B$ , МПа	490								

Вибір заготовки здійснюється виходячи з тієї умови, що форма і розміри заготовки повинні бути максимально наближеними до форми і розмірів готового виробу. Економічний ефект виникає в зв'язку зі зниженням собівартості виготовлення виробу, скороченням кількості використовуваного обладнання, пристосувань, інструменту, витрат на оплату праці верстатників, транспортні та ін. витрати. При наближенні розмірів заготовки до розмірів виробу виробництво заготовки ускладнюється, вимагає великих витрат. Дуже важливим є визначення оптимальної форми і розмірів заготовки, при яких відбувається зменшення відходів виробництва (таких, як стружка) і разом з тим витрати на виробництво заготовки не вимагають великих витрат [1].

При виготовленні заготовок типу кришка застосовують різні методи: ковку, прокатку, гарячу і холодну штампування, лиття і т.д. При виборі виду заготовки (виливок, штампування, прокат та ін.) враховують такі чинники:

- форму деталі;
- розміри деталі;
- вагу деталі;
- матеріал;
- масштаб виробництва;
- розміри припусків на обробку;
- точність розмірів.

При виборі способу отримання заготовки слід керуватися наступними міркуваннями [1]:

1. Фасонні деталі, котрі піддаються ударним навантаженням і дії

розтягування і вигину, доцільно виготовляти куванням або штампуванням.

2. Фасонні деталі, які відчують велику напругу, доцільно виготовляти із сталевих виливків.

3. Для деталей, що працюють переважно на вигин, розтягнення і крутіння при значній різниці в поперечних перетинах, застосовуються заготовки у вигляді поковок і штамповок.

4. Заготовки з прокату застосовують для деталей, по конфігурації, що наближаються до якого-небудь виду прокату.

З огляду на всі перераховані вище фактори, вибираємо вид заготовки - прокат нормальної точності (рис. 1.1). Переваги даного виду заготовки в нашому випадку - в близькому наближенні її розмірів і параметрів до розмірів готової деталі. Прокат дозволяє отримувати достатньо високу якість металу з підвищеними характеристиками пластичності [1].

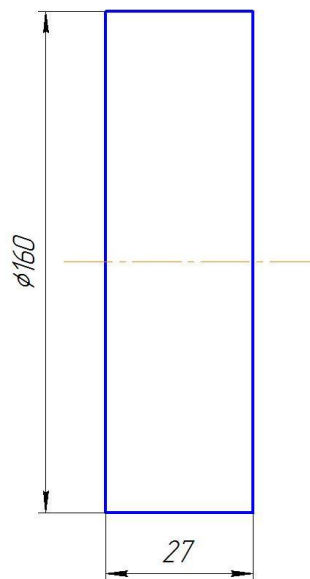


Рисунок 1.1 - Заготовка деталі «Кришка»

### 1.5 Вибір технологічних баз

У процесі механічної обробки деталі в якості початкових або попередніх настановних баз застосовуються зовнішній і внутрішній діаметри, і торцеві поверхні деталі. Ці ж поверхні служать і вимірювальними базами. На перших операціях базування деталі відбувається за чорновими базами, потім відбувається обробка поверхонь, які в подальшому стануть чистовими базами.

В даному випадку вимірвальні і технологічні бази збігаються. Вибрані бази дозволяють реалізувати принцип сталості і суміщення баз, що підвищує точність виготовлення деталі.

### **1.6 Проектування послідовності оброблення деталі**

Відповідно до економічних міркувань при виготовленні деталі витрати на виробництво повинні бути мінімальними. За технологічних міркувань технологічний процес, що проектується повинен забезпечити відповідність одержуваного виробу кресленням. Важливо приділити увагу механізації виробництва, зниження рівня ручної праці і інтенсифікації виробництва.

Вихідними даними для проектування технологічних процесів механічної обробки є [1]:

1. робоче креслення;
2. матеріал заготовки;
3. конструктивні форми і розміри деталі;
4. технічні умови на виготовлення деталі;
5. вимоги, що пред'являються до точності виготовлення деталі і шорсткості її поверхонь;

На підставі цих даних виконуємо розробку технологічного процесу.

Перш ніж приступити до проектування технологічного процесу, необхідно повністю вивчити креслення деталі, звернути увагу на технічні умови на виготовлення деталі, а так само врахувати умови роботи даного виробу.

Аналіз креслення деталі, і складального вузла виявив такі вимоги до точності і якості оброблюваних поверхонь деталі:

1. Циліндричні зовнішня діаметром 80 мм і внутрішня поверхня діаметром 52 мм мають шорсткість  $Ra=3,2$  мкм, тому вони повинні бути ретельно оброблені.
2. Важливою умовою роботи деталі є забезпечення радіального биття внутрішнього діаметра  $\varnothing 52$  мм і торця деталі щодо осі деталі не більше 0,2 і

0,05 мм відповідно. Це може бути досягнуто шляхом обробки за один установ цих трьох поверхонь.

Деталь не ставимо під термообробку.

Необхідно визначитися з методами обробки. З огляду на те, що деталь має циліндричні і плоскі поверхні, вибираються такі методи:

1. Точіння, свердління для отримання тіл обертання і обробки плоских поверхонь, перпендикулярних осі обертання;
2. Фрезерування пазів.

При виборі верстатів основним критерієм є габаритні розміри оброблюваної деталі, точність її виготовлення і значення параметрів шорсткості, які необхідно досягти в результаті обробки. Відповідно до цього доцільно буде використовувати наступні верстати:

1. для отримання тіл обертання і обробки плоских поверхонь, перпендикулярних осі обертання - токарно-гвинторізний верстат моделі 16K20;
2. для свердління отворів - радіально-свердлильний верстат 2M55;
3. для фрезерування пазів - вертикально-фрезерний верстат 6P12.

Для точіння доцільно застосовувати стандартні різці, для фрезерування - шпонкову фрези, для свердління - стандартні спіральні свердла різного діаметру.

В якості пристосувань потрібно використовувати, по можливості, універсальне устаткування з ручним і пневмоприводом, такі як: кондуктор скальчатий для свердління отворів діаметром 45 мм, клиноважильний зажим з гідроприводом.

При розробці технологічних операцій необхідно особливу увагу приділити вибору баз для забезпечення точності обробки деталі і виконання технічних умов креслення. Вибір баз тісно пов'язаний з побудовою маршруту обробки заготовки. При виборі технологічних баз слід прагнути до більш повного дотримання основних принципів базування - поєднання і сталості баз, а також прагнути до концентрації, тобто обробці в операції максимально

можливого числа поверхонь з мінімальною кількістю перевстановлень. У разі суміщення баз похибки базування стають рівними нулю, і точність обробки підвищується. Витримування принципу сталості баз сприяє підвищенню точності взаємного розташування поверхонь деталі [1].

При виборі баз також необхідно враховувати додаткові дані:

1. зручність установки, зняття заготовки і контролю якості;
2. надійність закріплення заготовки;
3. можливість зручного підведення інструменту.

Обґрунтування технологічного процесу можна виконати, вирішивши наступні питання:

1. Формування технічних умов на виготовлення деталі. Для підвищення працездатності деталі у вузлі і вузла в цілому, необхідно забезпечити такі технічні умови:

- а) твердість HB 160-180;
- б) радіальне биття двох поверхонь щодо базової поверхні не більше 0,2 і 0,05 мм;
- в) шорсткість поверхонь в межах Ra = 3,2-12,5 мкм.

2. Побудова системи розмірних зв'язків і властивостей матеріалу в процесі виготовлення деталі.

Заготовка деталі виготовляється одним з методів обробки металів тиском: прокаткою зі Сталі 30. Ця сталь має високу межу плинності, малу чутливість до концентраторів напруг, високу межу витривалості і в'язкості, гарну прожарюваність і малу чутливість до відпускнуї крихкості. У відпаленому стані обробляється різанням. Виходячи з цього, необхідно правильно розробити послідовність виконання технологічних операцій.

При побудові технологічного процесу важливо дотриматись наступної послідовності обробки [8]:

1. обробка поверхонь, прийнятих за технологічні бази;
2. обробка інших поверхонь;
3. формоутворення отворів і пазів.

В першу чергу обробляються ті поверхні, які є базовими для подальшої обробки. В даному випадку базовими поверхнями є торцеві поверхні.

Потім обробляють ті поверхні, з яких знімається найбільший шар металу. Даними поверхнями є зовнішня і внутрішня поверхні деталі.

Після цього обробляються поверхні, з яких знімається найменший шар металу. Так само як нарізування зубів, довбання шліца і шліфування поверхні отвору.

Першою операцією буде токарно-гвинторізна, на якій будуть оброблені всі поверхні обертання і підрізані торці. Потім буде проведена остаточна обробка на токарно-гвинторізний верстаті. Далі буде виконано фрезерування паза. І, на контрольній, будуть проконтрольовані точність розмірів і взаємне розташування поверхонь.

Технологічний процес виготовлення деталі складається з наступних операцій:

005. Заготівельна;

010. Токарна;

015. Фрезерна;

020. Свердлувальна;

025. Контрольна.

Технологічний процес механічної обробки, з урахуванням всього вищесказаного, з докладним описом всіх інструментів, пристосувань, режимів різання і норм часу представлений в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Технологічний процес механічної обробки деталі «Кришка»

№ опер.	Зміст операції	Верстат	Ріжучий інструмент	Контрольний інструмент
1	2	3	4	5
005	Заготівельна			
010	Токарна: 1. Встановити заготовку; 2. Підрізати торець;	Токарно-гвинторізний верстат 16К20	2, 15. Різець токарний підрізний	2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17.

Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4	5
	<p>3. Точити торець начорно до Ø81 мм;                      4. Свердлити отвір Ø 40 мм;                      5. Розточити отвір Ø 42 мм;                      6. Розточити отвір до ø 52 мм начорно;                      7. Розточити отвір до ø 70 мм;                      8. Розточити отвір Ø 52 мм Н9 начисто;                      9. Розточити фаску 1x30<sup>0</sup>;                      10. Розточити фаску 1x45<sup>0</sup>;                      11. Точити фаску 1x45<sup>0</sup>;                      12. Точити поверхню Ø 80e8 мм начисто;                      13. Перевстановити заготовку;                      14. Підрізати торці;                      15. Точити фаску 1x45<sup>0</sup>;                      16. Точити поверхню Ø 155 мм;                      17. Зняти деталь.</p>		<p>T5K10 ДСТ 18880-73;                      3, 12, 16.                      Різець прохідний упорний T5K10 ДСТ 18879-73;                      4. Свердло спіральне Ø 40 мм Р6М5 ДСТ 10903-77;                      5, 6, 7, 8, 9, 10. Різець розточний прохідний T5K10 з СМП ДСТ 18882-73;                      11, 15. Різець токарний прохідний прямий T5K10 ДСТ 18878-73.</p>	<p>Штангенциркуль ШЦ1-125-0,1 ДСТ 166-89;                      8. Калібр-скоба ø 52Н9 мм ДСТ 24853-81;                      13. Калібр-скоба Ø 80e8 мм ДСТ 18360-93</p>
015	<p>Фрезерна:                      1. Встановити заготовку;                      2. Фрезерувати паз 10x38 мм;                      3. Фрезерувати паз 10x22 мм;                      4. Зняти деталь.</p>	Вертикально-фрезерний верстат 6Р12	<p>2, 3. Фреза кінцева Ø10 мм Р6М5 ДСТ 10903-77;</p>	<p>2, 3. Калібр для контролю шпоночних з'єднань;</p>
020	<p>Свердлувальна:                      1. Встановити заготовку;                      2. Свердлити 4 отвори ø11 мм;                      3. Свердлити 4 отвори ø9 мм;</p>	Радіально-свердлувальний верстат 2М55	<p>2. Свердло спіральне Ø 11 мм Р6М5 ДСТ 10903-77;</p>	<p>2, 3, 4, 6, 7, 8. Штангенциркуль ШЦ1-125-0,1 ДСТ 166-89;</p>



Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4	5
	<p>4. Свердлити 2 отвори <math>\varnothing 6,7</math> мм;                      5. Перевстановити деталь;                      6. Розсвердлити 4 отвори <math>\varnothing 18</math> мм;                      7. Розсвердлити 4 отвори <math>\varnothing 18</math> мм;                      8. Зенкувати фаску;                      9. Нарізати різь М8-6Н;                      10. Зняти деталь.</p>		<p>3. Свердло спіральне <math>\varnothing 9</math> мм Р6М5 ДСТ 10903-77;                      4. Свердло спіральне <math>\varnothing 6,7</math> мм Р6М5 ДСТ 10903-77;                      6. Зенкер торцевий <math>\varnothing 18</math> мм Р6М5 ДСТ 12489-71;                      7. Зенкер торцевий <math>\varnothing 14</math> мм Р6М5 ДСТ 12489-71;                      8. Зенковка Р6М5 ДСТ 14953-80;                      9. Метчик М8 Р6М5 ДСТ 3266-81</p>	<p>9. Калібр різьбовий для метричної різі ДСТ 17756-72.</p>
025	<p>Контрольна:                      1. Візуальний огляд деталі на наявність дефектів;                      2. Контроль отвору <math>\varnothing 52H9</math> мм;                      3. Контроль лінійних розмірів;                      4. Контроль глибини і ширини шпонкових пазів <math>B=10</math> мм і <math>t=5</math> мм;                      5. Контроль діаметру зовнішньої шийки <math>\varnothing 80 e8</math> мм;                      6. Контроль шорсткості</p>	<p>2, 4, 5, 6.                      Плита контрольна;                      7. Биттемір.</p>		<p>2. Калібр - пробка <math>\varnothing 52H9</math> мм ДСТ 24853-81;                      3. Штангенциркуль ШЩ-І-125-0,1 ДСТ 166-89;                      4. Калібр для контролю шпонкових з'єднань ДСТ 24109-80;                      5. Калібр –скоба <math>\varnothing 80e8</math> мм ДСТ 18360-93;</p>

Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4	5
	поверхонь Ra 1,6; 7. Контроль биття торців і внутрішніх отворів; 8. Контроль різі М8.			6. Еталони шорсткості ДСТ 9378-93; 7. Індикатор ІЧ10 ДСТ 577-68; 8. Калібр різьбовий для метричної різі ДСТ 17756-72.

### 1.7 Розрахунок і призначення припусків на механічну обробку

Припуски на механічну обробку поверхонь заготовки можуть бути визначені дослідно-статистичним методом або на підставі розрахунково-аналітичного методу. Дослідно-статистичний метод призначає припуски незалежно від технологічного процесу обробки заготовки, тому вони, як правило, є завищеними. Аналітичний метод [8] базується на аналізі виробничих похибок, що виникають при конкретних умовах обробки заготовки, визначенні величин елементів, що становлять припуск, і їх підсумовуванні. Довідкові та розрахункові дані зводяться в таблицю (див. табл. 1.6; 1.7; 1.8).

Значення припуску знаходимо методом диференційованого розрахунку за елементами, що становлять припуск. Даний метод передбачає розрахунок припусків по всім послідовно виконуваним технологічним переходам обробки даної поверхні деталі їх підсумовуванням для визначення загального припуску на обробку поверхні і розрахунок проміжних розмірів і розмірів вихідної заготовки. Розрахунковою величиною є мінімальний припуск на обробку, достатній для усунення на даному переході похибок обробки і дефектів поверхневого шару, отриманого на попередньому переході, а також компенсації похибок, що виникають на виконуваному переході.

Визначення міжопераційних припусків, допусків і розмірів заготовки при обробці довжини  $L = 25 \text{ IT14 } (-0,52) \text{ мм}$ :

Розрахунок припусків виконуємо на попереднє точіння деталі, тому що в подальшому проводиться подальша обробка і шліфування.

Для цього розраховується кількість технологічних переходів.

Обчислюємо коефіцієнт посилення точності розміру:

$$K = \frac{Td_3}{Td_0}, \quad (1.6)$$

де  $Td_3$  – допуск заготовки, мкм [7];

$Td_3 = 1300$  мкм = 1,3 мм – відповідає 16 квалітету;

$Td_0$  - допуск деталі, береться з креслення;

$Td_3 = 520$  мкм = 0,52 мм - відповідає 14 квалітету.

Таким чином:

$$K = 1,3 / 0,52 = 2,5.$$

Кількість необхідних переходів визначаємо за формулою:

$$n = \frac{\lg K}{0,46} \quad (1.7)$$

$$n = \lg 2 / 0,46 = 0,86.$$

Приймаємо кількість переходів рівним 1.

Знаходимо різницю:

$16 - 14 = 2$  - отже, обробка проводиться за 1 прохід.

$16 \rightarrow 14$

Для заготовки - прокат згідно заданій шорсткості  $Ra = 12,5$  мкм, визначаємо  $Rz$  і  $h$ . Для механічної обробки визначаємо  $Rz = 4 \cdot Ra = 4 \cdot 12,5 = 60$  мкм (відповідно до креслення).

Для заготовки та механічної обробки допуски вибираються згідно [7].

Відхилення від перпендикулярності торця деталі до осі:

Сумарне відхилення при обробці торців поковки:

$$\Delta_{\Sigma k} = \Delta_k \cdot R, \quad (1.8)$$

де  $R$  – радіус заготовки, мм,  $R = 80$  мм;

$\Delta_k$  – відхилення осі деталі від прямолінійності, [8], мкм/мм,  $\Delta_k = 0,8$  мкм/мм.

$$\Delta_{\Sigma k} = 0,8 \cdot 80 = 64 \text{ мкм}.$$

Відхилення розташування торцевих поверхонь:

$$\Delta_{\Sigma n} = \Delta_n D, \quad (1.9)$$

де  $\Delta_n$  - відхилення від перпендикулярності [7], мкм/мм,  $\Delta_n = 1,2 \text{ мкм/мм}$ ;

$D$  – діаметр торцевих поверхонь, мм:  $D = 160 \text{ мм}$ .

$$\Delta_{\Sigma n} = 1,2 \cdot 160 = 192 \text{ мкм}.$$

Сумарне відхилення:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\Sigma k}^2 + \Delta_{\Sigma n}^2}, \quad (1.10)$$

$$\Delta_{\Sigma \text{заг}} = \sqrt{64^2 + 192^2} = 202 \text{ мкм}.$$

$$\Delta_{\Sigma \text{черн}} = 202 \cdot 0,06 = 12 \text{ мкм}.$$

Похибка установки заготовки в трикулачковому патроні [2]:

$$\varepsilon_{\text{черн}} = 1000 \text{ мкм}.$$

При обробці внутрішніх і зовнішніх поверхонь, двосторонній припуск:

$$2Z_{\min_i} = 2[(R_z + h)_i + \Delta_{\Sigma_{i-1}} + \varepsilon_i] \quad (1.11)$$

де  $R_{Z_{i-1}}$  - висота нерівностей профілю на попередньому переході, мкм;

$h_{i-1}$  - глибина дефектного поверхневого шару на попередньому переході, мкм;

$\Delta_{\Sigma_{i-1}}$  - сумарні відхилення розташування поверхні на попередньому переході, мкм;

$\varepsilon_i$  - похибка установки заготовки на виконуваному переході, мкм.

$$2Z_{\min_{\text{черн}}} = 2[200 + 202 + 1000] = 2804 \text{ мкм}.$$

Розрахункова мінімальна довжина визначається за формулою:

$$L_{\min_{\text{засот}}} = L_{\min_{\text{черн}}} + 2Z_{\min_{\text{черн}}} = 24,48 + 2,804 = 27,284 \text{ мм}$$

Округлити значення в бік збільшення. Округлити в бік збільшення до того знака, з яким дано допуск на розмір для кожного переходу.

Визначимо  $L_{\max}$  за формулою [7]:

$$L_{\max_i} = L_{\min_i} + Td_i, \quad (1.12)$$

тобто

$$L_{\max_{\text{черн}}} = 27,3 + 1,3 = 28,6 \text{ мм}.$$

Знаходимо максимальний граничний припуск по формулі [7]:

$$2Z_{\max_{\text{торц}}} = L_{\max_{\text{заг}}} - L_{\max_{\text{торц}}} ; \quad (1.13)$$

$$2Z_{\max_{\text{торц}}} = 28,6 - 25,0 = 3,6 \text{ мм} = 3600 \text{ мкм}$$

Знаходимо мінімальний граничний припуск по формулі [7]:

$$2Z_{\min_{\text{торц}}} = L_{\min_{\text{заг}}} - L_{\min_{\text{торц}}} \quad (1.14)$$

$$2Z_{\min_{\text{торц}}} = 27,3 - 24,48 = 2,82 \text{ мм} = 2820 \text{ мкм}$$

Перевірка:

$$Td_{\text{заг}} - Td_{\text{дет}} = Z_{\max_{\text{обц}}} - Z_{\min_{\text{обц}}} , \quad (1.15)$$

$$1300 - 520 = 780 = 3600 - 2820 ,$$

Отже розрахунок проведено вірно.

Результати розрахунків зведемо в таблицю 1.6.

Таблиця 1.6 - Результати розрахунків припусків на обробку довжини  $L = 25 \text{ IT}14/2 (-0,52) \text{ мм}$

Маршрут обробки	Елементи припусків, мкм				Розрахунок припуск $2Z_{\min}$ , мкм	Розрахунок Довжина $L$ , мм	Допуск $Td$ , мкм	Прийняті розміри по переходу, мм		Отримані граничні припуски, мм	
	$R_z$	$h$	$\Delta_\Sigma$	$\varepsilon$				$L_{\max}$	$L_{\min}$	$2Z_{\max}$	$2Z_{\min}$
прокат - 16 квалітет	200		202	—	—	27,284	1300	28,6	27,3	—	—
точіння чорнове - 14 квалітет	50	40	15	1000	2804	24,48	520	25,0	24,48	3600	2820

Глибина різання [7]:

$$t = \frac{2Z_{\max}}{2} ; \quad (1.16)$$

$$t_{\text{черн.}} = \frac{3600}{2} = 1800 \text{ мкм} = 1,8 \text{ мм} .$$

Для креслення заготовки номінальний розмір вибираємо з ряду бажаних чисел:  $L = 30_{-2,7}^{-1,4}$  мм.

Накреслимо схему розташування припусків, допусків і граничних розмірів при обробці торців деталі довжиною  $L = 25$  IT14/2 (-0,52) мм.

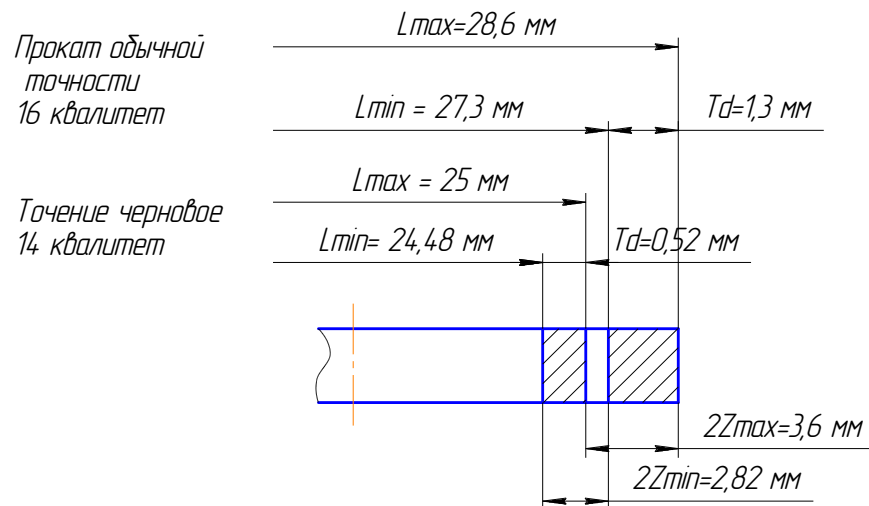


Рисунок 1.2 - Схема розташування припусків, допусків і граничних розмірів при обробці торців деталі в розмір  $L = 25$  IT14/2 (-0,52) мм

Визначення міжопераційних припусків, допусків і розмірів заготовки при обробці довжини  $\varnothing 155$  h14(-1,0) мм

Результати розрахунків зведемо в таблицю 1.7. Для цього розраховується кількість технологічних переходів.

Обчислюємо коефіцієнт посилення точності розміру [7]:

$$K = \frac{Td_3}{Td_0},$$

$Td_3 = 1300$  мкм = 1,3 мм – відповідає 16 квалітету;

$Td_0$  - допуск деталі, береться з креслення;

$Td_3 = 520$  мкм = 0,26 мм - відповідає 14 квалітету.

де  $Td_3$  – допуск заготовки, мкм, [8];

$Td_3 = 2500$  мкм = 2,5 мм – відповідає 16 квалітету;

$Td_0$  - допуск деталі, береться з креслення;

$Td_3 = 1000$  мкм = 1,0 мм - відповідає 14 квалітету.

Таблиця 1.7 - Результати розрахунків припусків на обробку діаметра  
 $\varnothing 155\ h14(1,0)\ \text{мм}$

Маршрут обробки	Елементи припусків, мкм				Розрах унк. припуск $2Z_{\min}$ , мкм	Розрах унк. Діаметр $D$ , мм	Допуск $T_d$ , мкм	Прийняті розміри по переходу, мм		Отримані граничні припуски, мм	
	$R_z$	$h$	$\Delta_{\Sigma}$	$\varepsilon$				$D_{\max}$	$D_{\min}$	$2Z_{\max}$	$2Z_{\min}$
прокат - 16 квалітет	320+400		11	—	—	157,44	2500	159,9	157,4	—	—
точіння чорнове - 14 квалітет	25	20	3	100 0	3440	154,00	1000	155,0	154,0	4900	3400

Таким чином:

$$K = 2,5/1,0 = 2,5.$$

Кількість необхідних переходів визначаємо за формулою [7]:

$$n = \frac{\lg K}{0,46};$$

$$n = \frac{\lg 2,5}{0,46} = 0,9 \approx 1.$$

Знаходимо різницю:

$16 - 14 = 3$  - отже, обробка проводиться за 1 прохід.

$16 \rightarrow 14$ .

Для заготовки - кування згідно заданій шорсткості  $Ra = 12,5\ \text{мкм}$ , визначаємо  $Rz$  і  $h$  при масі поковки  $m = 4,4\ \text{кг}$ . Для механічної обробки визначаємо  $Rz = 50\ \text{мкм}$  (відповідно до креслення).

Для заготовки та для механічної обробки допуск вибирається згідно [8].

При консольному закріпленні заготовки загальне відхилення:

$$\Delta_{\Sigma} = l \frac{\Delta_k}{\Delta_k^2 + 0,25}, \quad (1.17)$$

де  $\Delta_k$  - відхилення від перпендикулярності,  $\text{мкм/мм}$  [8],  $\Delta_k = 0,6$ ;

$l$  - довжина заготовки, мм;  $l=54\text{мм}$ .

$$\Delta_{\Sigma_{\text{заг}}} = 29 \cdot \frac{0,6}{0,6^2 + 0,25} = 11\text{мкм};$$

$$\Delta_{\Sigma_{\text{черн}}} = 11 \cdot 0,06 = 1\text{мкм}.$$

Похибка установки заготовки в трикулачковому патроні:  $\varepsilon_{\text{черн}} = 1000\text{мкм}$ .

При обробці внутрішніх і зовнішніх поверхонь, двосторонній припуск:

$$2Z_{\min_i} = 2[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma_{i-1}}^2 + \varepsilon_i^2}], \quad (1.18)$$

де  $R_{z_{i-1}}$  - висота нерівностей профілю на попередньому переході, мкм;

$h_{i-1}$  - глибина дефектного поверхневого шару на попередньому переході, мкм;

$\Delta_{\Sigma_{i-1}}$  - сумарні відхилення розташування поверхні на попередньому переході, мкм;

$\varepsilon_i$  - похибка установки заготовки на виконуваному переході, мкм.

$$2Z_{\min_{\text{черн}}} = 2\left[320 + 400 + \sqrt{11^2 + 1000^2}\right] = 3440\text{мкм}.$$

Розрахункова мінімальна довжина визначається за формулою:

$$D_{\min_{\text{загот}}} = D_{\min_{\text{черн}}} + 2Z_{\min_{\text{черн}}} = 154 + 3,440 = 157,44\text{мм}.$$

Округлити значення в бік збільшення; округлені в бік збільшення до того знака, з яким дано допуск на розмір для кожного переходу.

Визначимо  $L_{\max}$  за формулою:

$$D_{\max_i} = D_{\min_i} + Td_i, \quad (1.19)$$

$$D_{\max_{\text{заг}}} = 157,4 + 2,5 = 159,9\text{мм}.$$

Знаходимо максимальний граничний припуск по формулі:

$$2Z_{\max_{\text{точ}}} = D_{\max_{\text{заг}}} - D_{\max_{\text{точ}}}, \quad (1.20)$$

$$2Z_{\max_{\text{точ}}} = 159,9 - 155 = 4,9\text{мм} = 4900\text{мкм}.$$

Знаходимо мінімальний граничний припуск по формулі:

$$2Z_{\min_{\text{точ}}} = D_{\min_{\text{заг}}} - D_{\min_{\text{точ}}}, \quad (1.21)$$

$$2Z_{\min_{\text{точ}}} = 157,4 - 154 = 3,4\text{мм} = 3400\text{мкм}.$$

Перевірка:



$$Td_{заг} - Td_{дет} = Z_{max_{обц}} - Z_{min_{обц}}, \quad (1.22)$$

$$2500-1000 = 1500 = 4900-3400 \text{ мкм},$$

$$1500 = 1500 \text{ мкм}.$$

Розрахунок виконано вірно.

Для креслення заготовки номінальний діаметр вибираємо згідно ДСТ 2590-88  $D = 160^{+0,9}_{-2,5} \text{ мм}$ .

Глибина різання:

$$t = \frac{2Z_{max}}{2}, \quad (1.21)$$

$$t_{черн.} = \frac{160,9 - 155}{2} = 2950 \text{ мкм} = 2,95 \text{ мм}.$$

Схему розташування припусків, допусків і граничних розмірів при обробці діаметра  $\text{Ø}155 \text{ h}14(-1,0)$ , мм, наведено на рис. 2.3.

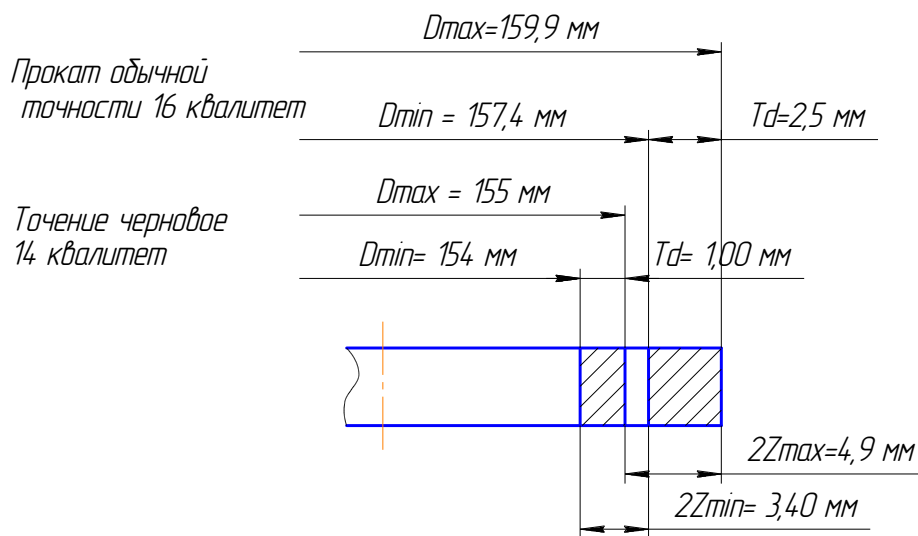


Рисунок 1.3 - Схема розташування припусків, допусків і граничних розмірів при обробці діаметра  $\text{Ø}155 \text{ h}14(-1,0)$ , мм

## 1.8 Розрахунок режимів різання

**Розрахунок режиму різання при зовнішньому точінні поверхні  $\text{Ø}155 \text{ h}14 \text{ мм}$ :**

Обробка ведеться на токарно-гвинторізному верстаті моделі 1М63.

Матеріал заготовки - Сталь 30.

Інструмент [10]: різець токарний прохідний упорний правий  $\varphi=90^\circ$ , ДСТ 26611-85.

Матеріал пластини - твердий сплав Т5К10.

Глибина різання при чорновому точінні становить  $t = 2,95 \text{ мм}$  (див. розрахунок припусків) [11].

Рекомендована подача  $S = 0,8-1,3 \text{ мм/об}$  [5]. Згідно з паспортом верстата приймаємо  $S = 1,0 \text{ мм/об}$ .

Визначаємо швидкість різання за формулою [11]:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot S^{y_v}} \cdot K_v, \quad (1.22)$$

де  $V$  - швидкість різання, м/хв;

$t$  - глибина різання, мм;

$S$  - подача, мм/об;

$T$  - стійкість різання, хв;  $T = 60 \text{ хв}$ ;

$C_v$  - коефіцієнт, що враховує вплив режимів різання на швидкість різання;

$x_v$  - показник ступеня, що характеризує вплив глибини різання на швидкість різання;

$y_v$  - показник ступеня, що характеризує вплив подачі на швидкість різання;

$m$  - показник ступеня, що характеризує вплив стійкості інструменту на швидкість різання;

$K_v$  - коефіцієнт, що враховує вплив різних чинників різання на швидкість різання:

$$K_v = K_{m_v} \cdot K_{n_v} \cdot K_{u_v} \cdot K_{\varphi_v} \cdot K_{\gamma_v}, \quad (1.23)$$

$K_{m_v}$  - коефіцієнт, що враховує вплив властивостей оброблюваного матеріалу на швидкість різання;

$$K_{m_v} = K_\gamma \cdot \left( \frac{750}{\sigma_\epsilon} \right)^{n_v}, \quad (1.24)$$

де  $K_\gamma$  - коефіцієнт, що характеризує вид оброблюваного матеріалу;

$\sigma_\epsilon$  - тимчасова межа міцності оброблюваного матеріалу, МПа;

$n_v$  - показник ступеня, що характеризує вид оброблюваного матеріалу;

$K_{n_v}$  - коефіцієнт, що враховує вплив стану поверхні оброблюваного матеріалу на швидкість різання;

$K_{u_v}$  - коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу інструменту на швидкість різання;

$K_{\varphi_v}$  - коефіцієнт, що враховує вплив головного кута в плані ріжучої частини інструменту на швидкість різання;

$K_{\gamma_v}$  - коефіцієнт, що враховує вплив радіуса заокруглення ріжучої частини інструменту на швидкість різання;

$C_v = 340$ ,  $x_v = 0,15$ ,  $y_v = 0,45$ ,  $n = 0,2$  [11];  $\sigma_s = 500 \text{ МПа}$  Сталі 30;  $K_\gamma = 1,0$  [11];  $n_v = 1,0$  [11].

$$K_{m_v} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{500_s} \right)^{1_v} = 1,5,$$

$K_n = 0,9$ , при обробці по кінці [11];

$K_{u_m} = 0,65$ ,  $K_u = 0,65$ , при обробці твердим сплавом Т5К10;

$K_{\varphi_m} = 0,7$ , при  $\varphi = 90^\circ$  [11];

$K_{r_v} = 1,0$ , при  $r = 2 \text{ мм}$  [11].

$$K_v = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 0,65 \cdot 0,7 \cdot 1 = 0,61;$$

$$V = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 2,95^{0,15} \cdot 1^{0,45}} \cdot 0,61 = 77,4 \text{ м / хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (1.25)$$

де  $n$  - частота обертання шпинделя, об/хв;

$V$  - швидкість різання, м/хв;

$D$  - діаметр обробки, мм;  $D = 160,9 \text{ мм}$  (см. табл.);

$$n = \frac{1000 \cdot 77,4}{3,14 \cdot 160,9} = 153 \text{ об / хв},$$

Коригуємо частоту обертання шпинделя за паспортом 1К62:  
 $n_{cm} = 150 \text{ об/хв}.$

Тоді:

$$V_{cm.} = \frac{3,14 \cdot 160,9 \cdot 150}{1000} = 75,8 \text{ м/хв}.$$

Розраховуємо тангенціальну складову сили різання по формулі [12]:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^{x_p} \cdot S^{y_p} \cdot V \cdot K_p, \quad (1.26)$$

де  $P_z$  - тангенціальна складова сили різання, Н;

$C_p$  - коефіцієнт, що враховує вплив режимів різання на тангенціальну складову сили різання;

$t$  - глибина різання, мм;

$S$  - подача, мм/об

$V$  - швидкість різання, м/хв;

$x_p$  - показник ступеня, що характеризує вплив глибини різання на тангенціальну складову сили різання;

$y_p$  - показник ступеня, що характеризує вплив подачі на тангенціальну складову сили різання;

$K_p$  - коефіцієнт, що враховує вплив різних чинників різання на тангенціальну складову сили різання.

$$K_p = K_{m_p} \cdot K_{\varphi_p} \cdot K_{\gamma_p} \cdot K_{\lambda_p} \cdot K_{r_p}, \quad (1.27)$$

де  $K_{m_p}$  - коефіцієнт, що враховує вплив властивостей оброблюваного матеріалу на тангенціальну складову сили різання.

$$K_{m_p} = \left( \frac{\sigma_s}{750} \right)^{n_p}, \quad (1.28)$$

де  $\sigma_s$  - тимчасова межа міцності оброблюваного матеріалу, МПа;

$n_p$  - показник ступеня, що характеризує вид оброблюваного матеріалу;

$K_{\varphi_p}$  - коефіцієнт, що враховує вплив головного кута в плані ріжучої частини інструменту на тангенціальну складову сили різання;

$K_{\gamma_p}$  - коефіцієнт, що враховує вплив переднього кута ріжучої частини інструменту на тангенціальну складову сили різання;

$K_{\lambda_p}$  - коефіцієнт, що враховує вплив кута при вершині ріжучої частини інструменту на тангенціальну складову сили різання;

$K_{r_p}$  - коефіцієнт, що враховує вплив радіуса заокруглення ріжучої частини інструменту на тангенціальну складову сили різання.

$C_s = 300$ ,  $x_p = 1,0$ ;  $y_p = 0,75$  [11];  $\sigma_s = 500 \text{ МПа}$  для Сталі 30;  $n_p = 0,75$ .

$$K_{m_p} = \left( \frac{\sigma_s}{750} \right)^{n_p} = \left( \frac{500}{750} \right)^{0,75} = 0,74.$$

де  $K_{\phi_p} = 0,89$  при  $\phi = 90^\circ$  [11];  $K_{\gamma_p} = 1$  при  $\gamma = +10^\circ$  [11];  $K_{\lambda_p} = 1,0$  при  $\lambda = 0^\circ$  [11];

$K_{r_p} = 1,0$  при  $r = 2 \text{ мм}$  [11].

$$K_p = 0,74 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,66;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,95^1 \cdot 1^{0,75} \cdot 75,8^{-0,15} \cdot 0,66 = 3037 \text{ Н}.$$

Розраховуємо потужність різання, необхідну для здійснення процесу різання по формулі [12]:

$$N_{рез} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \quad (1.29)$$

де  $N_{рез}$  - тангенціальна складову сили різання, Н;

$P_z$  - сила різання, Н;

$V$  - швидкість різання, м/хв;

$$N_{рез} = \frac{3037 \cdot 75,8}{1020 \cdot 60} = 3,8 \text{ кВт}.$$

Перевіряємо можливість здійснення обробки на верстаті моделі 1М63 по формулі:

$$N_{ум} = N_{эд} \cdot \eta, \quad (1.30)$$

де  $N_{ум}$  - потужність на шпинделі, кВт;

$N_{эд}$  - потужність електродвигуна, кВт;

$\eta$  - ККД;

$N_{эд} = 10 \text{ кВт}$  (по паспорту верстата 1М63);

$\eta = 0,80$  (за паспортом верстата 1М63);

$$N_{\text{ун}} = 10 \cdot 0,80 = 8 \text{ кВт}.$$

$N_{\text{ун}} > N_{\text{рез}}$ , це означає, що обробка можлива.

***Розрахунок режиму різання на свердління отвору  $\varnothing 11$  мм:***

Операція виконується свердлом зі швидкорізальної сталі Р6М5, виконаним за ЛСТ 10902-77 (подвійна заточка, подточка перемички) свердлимо отвори діаметром 11 мм на радіально-свердильному верстаті 2М55.

Визначити глибину різання за формулою [11]:

$$t = \frac{D_{\text{св}}}{2}, \quad (1.31)$$

де  $t$  - глибина різання, мм;

$D_{\text{св}}$  - діаметр свердління, мм;

$$t = 11/2 = 5,5 \text{ мм}.$$

Визначаємо подачу:  $S = 0,3$  мм/об [11].

Визначаємо швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^{y_v}} \cdot K_v, \quad (1.32)$$

де  $V$  - швидкість різання, м/хв;

$D$  - діаметр свердла, мм;

$S$  - подача, мм/об;

$T$  - стійкість різання, хв;

$C_v$  - коефіцієнт, що враховує вплив режимів різання на швидкість різання;

$q$  - показник ступеня, що характеризує вплив діаметра свердла на швидкість різання;

$y_v$  - показник ступеня, що характеризує вплив подачі на швидкість різання;

$m$  - показник ступеня, що характеризує вплив стійкості інструменту на швидкість різання;

$K_v$  - коефіцієнт, що враховує вплив різних чинників різання на швидкість різання:

$$K_v = K_{m_v} \cdot K_{u_v} \cdot K_l, \quad (1.33)$$

$K_{m_v}$  - коефіцієнт, що враховує вплив властивостей оброблюваного матеріалу

на швидкість різання:

$$K_{m_v} = K_\gamma \cdot \left( \frac{750}{\sigma_\epsilon} \right)^{n_v}, \quad (1.34)$$

$K_\gamma$  - коефіцієнт, що характеризує вид оброблюваного матеріалу;

$\sigma_\epsilon$  - тимчасова межа міцності оброблюваного матеріалу, МПа;

$n_v$  - показник ступеня, що характеризує вид оброблюваного матеріалу;

$K_{n_v}$  - коефіцієнт, що враховує вплив стану поверхні оброблюваного матеріалу на швидкість різання;

$K_l$  - коефіцієнт, що враховує вплив довжини свердління на швидкість різання.

$T = 70$  хв [11];  $C_v = 9,8$ ,  $q = 0,40$ ,  $y_v = 0,5$ ,  $m = 0,2$  [11];  $\sigma_\epsilon = 850$  МПа для Сталі 45;  $K_z = 1,0$  [11];  $n_v = 0,9$  [11].

$$K_m = 1 \cdot (750/500)^{0,9} = 1,44.$$

$K_{uv} = 1,0$  при обробці швидкорізальним сплавом Р6М5 [11];

$K_l = 1,0$  при довжині оброблюваного отвору 29 мм [11];

$$K_v = 1,44 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,44.$$

$$V = 9,8 \cdot 11^{0,4} \cdot 1,44 / (70^{0,2} \cdot 0,3^{0,5}) = 29,0 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя, що відповідає даній швидкості різання, по формулі:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (1.35)$$

де  $n$  - частота обертання шпинделя, об/хв;

$V$  - швидкість різання, м/хв;

$D$  – діаметр свердла, мм.

$$n = 1000 \cdot 29 / (3,14 \cdot 11) = 839 \text{ об/хв.}$$

Коригуємо отриману частоту обертання шпинделя за паспортними даними верстата 2А125. Найближча частота обертання шпинделя, наявна на верстаті 800 об/хв.

Визначаємо дійсну швидкість різання за формулою [11]:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \quad (1.36)$$

де  $V$  - дійсна швидкість різання, м/хв;

$D$  - діаметр свердла, мм;

$n$  - частота обертання шпинделя, об/хв;

$$V = 3,14 \cdot 11 \cdot 800 / 1000 = 27,6 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо крутний момент, що виникає при обробці, по формулі:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (1.37)$$

де  $M_{кр}$  - крутний момент, що виникає при обробці, Н·м;

$C_m$  - коефіцієнт, що враховує вплив режимів різання на крутний момент, що виникає при обробці;

$D$  - діаметр свердла, мм;

$q$  - показник ступеня, що характеризує вплив діаметра свердла на крутний момент, що виникає при обробці;

$S$  - подача, мм/об;

$y$  - показник ступеня, що характеризує вплив подачі на крутний момент, що виникає при обробці;

$K_p$  - коефіцієнт, що враховує вплив різних чинників різання на крутний момент, що виникає при обробці:

$$K_p = K_{m_v}; \quad (1.38)$$

$K_{m_v}$  - коефіцієнт, що враховує вплив властивостей оброблюваного матеріалу на крутний момент:

$$K_{m_v} = K_\gamma \cdot \left( \frac{750}{\sigma_s} \right)^{n_v};$$

$K_\gamma$  - коефіцієнт, що характеризує вид оброблюваного матеріалу;

$\sigma_s$  - тимчасовий межа міцності оброблюваного матеріалу, МПа;

$n_v$  - показник ступеня, що характеризує вид оброблюваного матеріалу;

$C_m = 0,0345$ ,  $q = 2,0$ ,  $y = 0,8$  [11];  $\sigma_s = 500$  МПа для Сталі 30;  $n = 0,75$  [11];

$K_s = 1,0$  [11].

$$K = 1 \cdot (500/750)^{0,75} = 0,74;$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 11^2 \cdot 0,3^{0,8} \cdot 0,74 = 11,7 \text{ Н·м.}$$

Визначаємо осьову силу, що виникає при обробці, по формулі [12]:

$$P_{oc} = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (1.39)$$

де  $P_{oc}$  - осьова сила, що виникає при обробці, Н;



$C_p$  - осьова сила, що виникає при обробці;

$D$  - діаметр свердла, мм;

$q$  - показник ступеня, що характеризує вплив діаметра свердла на осьову силу, що виникає при обробці;

$S$  - подача, мм/об;

$y$  - показник ступеня, що характеризує вплив подачі на осьову силу, що виникає при обробці;

$K_p$  - коефіцієнт, що враховує вплив різних чинників різання на осьову силу, що виникає при обробці:

$$K_p = K_{m_v} ;$$

$K_m$  - коефіцієнт, що враховує вплив властивостей оброблюваного матеріалу на осьову силу, що виникає при обробці:

$$K_{m_v} = K_\gamma \cdot \left( \frac{750}{\sigma_s} \right)^n,$$

$K_\gamma$  – коефіцієнт, що характеризує вид оброблюваного матеріалу;

$\sigma_s$  – тимчасова межа міцності оброблюваного матеріалу, МПа;

$n$  – показник ступеня, що характеризує вид оброблюваного матеріалу.

$C_p = 68$ ;  $q = 1,0$ ;  $y = 0,7$  [11];  $\sigma_s = 500$  МПа, для Сталі 30;  $n_p = 0,75$  [11].

$$K = 1 \cdot (500/750)^{0,75} = 0,74;$$

$$P_{oc} = 10 \cdot 68 \cdot 11^1 \cdot 0,3^{0,7} \cdot 0,74 = 2383 \text{ Н.}$$

Визначаємо потужність, необхідну для обробки, за формулою:

$$N = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750}, \quad (1.40)$$

де  $N$  - потужність, необхідну для обробки, кВт;

$M_{kp}$  - крутний момент, що виникає при обробці, Н·м;

$n$  - частота обертання шпинделя, об/хв..

$$N = 11,7 \cdot 800 / 9750 = 0,96 \text{ кВт.}$$

Перевіряємо можливість здійснення обробки на верстаті моделі 2М55 за формулою:

$$N_{un} = N_{ed} \cdot \eta, \quad (1.41)$$

де  $N_{un}$  – потужність на шпинделі, кВт;

$N_{ed}$  – потужність електродвигуна, кВт;

$\eta$  - КПД;

$N_{ед} = 8,0$  кВт (за паспортом верстата 2М55);

$\eta = 0,80$  (за паспортом верстата 2М55);

$$N_{шт} = 8 \cdot 0,80 = 6,4 \text{ кВт.}$$

$N_{шт} > N_{рез}$ , це означає, що обробка можлива.

***Розрахунок режимів різання для фрезерування паза шириною 10 мм:***

Визначимо оптимальні режими обробки і можливість виконання переходу: фрезерування на вертикально-фрезерному верстаті 6Р12 [11].

Потужність приводу верстата 5,8 кВт, ККД = 0,8. Потужність приводу верстата 30 кВт, обробляємо кінцевою фрезою із швидкорізальної сталі Р6М5 (ДСТ 19265-73). Діаметр фрези дорівнює ширині паза  $B$ ; тобто  $D = B = 10$  мм. Приймаємо стандартну фрезу з діаметром  $D = 10$  мм (ДСТ 9140-68).

Призначаємо подачу на зуб фрези [11]. Для кінцевої фрези зі швидкорізальної сталі діаметром 10 мм подача на один зуб  $S_z = 0,02$  мм.

При фрезеруванні кінцевою фрезою глибиною різання є ширина паза, в даному випадку  $t = b = 10$  мм. Глибина паза при фрезеруванні його за один прохід приймається за ширину фрезерування  $B = h = 10$  мм. Період стійкості фрези  $T = 60$  хв. [11].

Визначимо швидкість різання за формулою [11]:

$$V = \frac{C_V \cdot D_\phi^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V, \quad (1.42)$$

де  $C_V = 47,6$ ;  $q = 0,45$ ;  $m = 0,33$ ;  $x = 0,5$ ;  $y = 0,5$ ;  $u = 0,1$ ;  $p = 0,1$  [11].

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{шV}, \quad (1.43)$$

де  $K_{шV}$  – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу ріжучої частини інструменту на швидкість різання;  $K_{шV} = 1$ , для швидкорізальної сталі Р6М5;

$K_{ПV}$  – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив стану поверхні заготовки на швидкість різання;  $K_{ПV} = 1$  для обробленої поверхні;

$K_{MV}$  – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу на швидкість різання:

$$K_{MV} = K_\Gamma (750/\sigma_\sigma)^{n_V}, \quad (1.44)$$

де  $K_\Gamma = 1,0$  [11];  $n_V = 0,9$  [11].

$$K_M = 1 \cdot (750/500)^{0,9} = 1,44;$$

$$K_V = 1,44 \cdot 1 \cdot 1 = 1,44.$$

$$V = 47,6 \cdot 10^{0,45} \cdot 1,44 / (60^{0,33} \cdot 10^{0,5} \cdot 0,02^{0,5} \cdot 10^{0,1} \cdot 40^{0,1}) = 61,9 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя, відповідну знайденої швидкості різання за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{3,14 \cdot D_\phi}, \quad (1.45)$$

$$n = 1000 \cdot 61,9 / 3,14 \cdot 10 = 1970 \text{ об/хв.}$$

Коригуємо частоту обертання шпинделя за паспортними даними верстата і встановлюємо дійсне значення частоти обертання  $n_{cm} = 1600$  об/хв [11].

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000};$$

$$V = 3,14 \cdot 10 \cdot 1600 / 1000 = 50,2 \text{ м/хв.}$$

Хвилинну подачу визначаємо за формулою:

$$S_M = S_Z \cdot n \cdot z \quad (1.46)$$

$$S_M = 0,03 \cdot 200 \cdot 2 = 12 \text{ мм/хв.};$$

$$S_M = 0,02 \cdot 1600 \cdot 4 = 128 \text{ мм/хв.}$$

Згідно з паспортними даними верстата  $S_M = 120$  мм/хв.

Розраховуємо тангенціальну складову сили різання по формулі:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D_\phi^q \cdot n_\phi^w} \cdot K_{MP},$$

де  $K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n$  - коефіцієнт що враховує якість оброблюваного матеріалу;

$n$  – показник ступеня  $n = 0,3$ .

$$K_{MP} = \left(\frac{610}{750}\right)^{0,3} = 0,9. \quad K_{MP} = (500/750)^{0,3} = 0,89.$$

Показники ступеня і безрозмірний коефіцієнт вибирається за таблицями:  $C_p = 68,2$ ;  $x = 0,86$ ;  $y = 0,72$ ;  $u = 1$ ;  $q = 0,86$ ;  $w = 0$ .

$$P_z = 10 \cdot 68,2 \cdot 10^{0,86} \cdot 0,02^{0,72} \cdot 10^1 \cdot 4 / (10^{0,86} \cdot 1600^0) = 1632 \text{ Н.}$$

Визначаємо крутний момент, що утворюється при фрезеруванні, по формулі [9]:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 1000}, \quad (1.47)$$

$$M_{кр} = 1632 \cdot 10 / (2 \cdot 1000) = 0,27 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Визначаємо потужність, необхідну для здійснення процесу фрезерування, за формулою:

$$N_{рез} = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60}, \quad (1.48)$$

$$N_{рез} = 1632 \cdot 50,2 / (1020 \cdot 60) = 1,4 \text{ кВт}.$$

Визначаємо потужність на шпинделі верстата за формулою:

$$N_{шп} = N_d \cdot \eta, \quad (1.49)$$

$$N_d = 5,8 \text{ кВт (за паспортом верстата 6P12);}$$

$$\eta = 0,8;$$

$$N_{шп} = 5,84 \cdot 0,8 = 4,64 \text{ кВт}.$$

Так як потужність на шпинделі більше потужності різання ( $N_{шп} > N_{рез}$ ), то обробка поверхні з розрахованими режимами різання можливе.

## 2 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Вибір, конструювання та розрахунок притиску для фрезерування паза шириною 14 мм

Вибір, конструювання та розрахунок верстатного пристосування для фрезерування паза шириною 10 мм, яке здійснюємо на вертикально-фрезерному верстаті проведемо по методикам, викладеним в [13]. При фрезеруванні виникає зсувна сила  $P_{рез}$ , яка прагне змістити заготовку (див рис. 2.1).

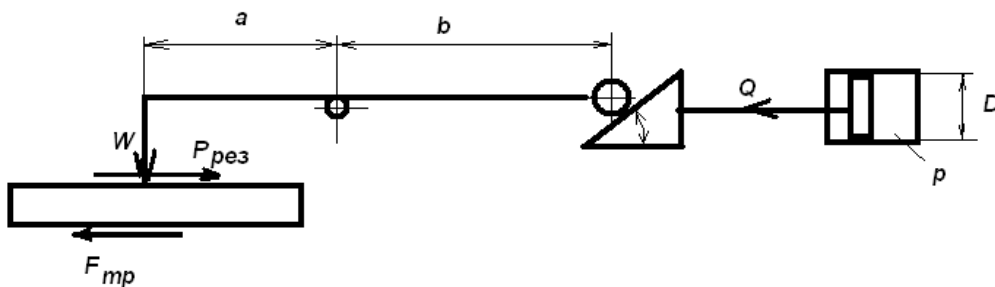


Рисунок 2.1 – Схема пристосування і сил

Умова закріплення виглядає наступним чином [13]:

$$P_{тр} \geq K \cdot P_{рез} \quad (2.1)$$

де  $P_{тр}$  – сила тертя;

$K$  – коефіцієнт запасу,  $K=2,5$ ;

$P$  – складова сили різання.

$$P_{рез} = 1,41Pz = 1,41 \cdot 1632 = 2301 \text{ Н};$$

$$P_{тр} \geq 2,5 \cdot 2301 = 5753 \text{ Н}.$$

Сила тертя розраховується за формулою [13]:

$$P_{тр} = \mu \cdot W \quad (2.2)$$

де  $\mu$  – коефіцієнт тертя,

$W$  – сила притиснення притиску, що залежить від співвідношення плечей важелів і клинового передавального вузла.

$$W = P_{тр} / \mu = 5753 / 0,1 = 57530 \text{ Н}.$$

Тоді визначимо необхідну величину зусилля на штоку гідроциліндра:

$$Q = W \cdot (a/b) \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi), \quad (2.3)$$

де  $a, b$  – плечі важеля;

$\alpha$  – кут клина;

$\varphi$  – кут тертя в клиновому з'єднанні.

При  $2a = b$ , і  $\alpha = 15^\circ$ ,  $\varphi = 6$  отримаємо:

$$Q = 57530 \cdot (1/2) \cdot \operatorname{tg}(15^\circ + 6^\circ) = 11042 \text{ Н.}$$

Зусилля на штоку розраховується за формулою:

$$Q = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot p}{4} \eta, \quad (2.4)$$

Де  $D$  – діаметр гідроциліндра, мм;

$d$  – діаметр штока, мм;

$p$  – тиск в мережі, МПа; (згідно ГОСТ 6540 – 68 вибираємо тиск в гідросистемі  $p = 6,3 \text{ МПа}$ ).

$\eta = 0,95$  – коефіцієнт корисної дії.

Так як повітря подається в безштокову область гідроциліндра, приймаємо конструктивно  $d = 0 \text{ мм}$ .

З наведеної формули висловимо діаметр поршня пневмоциліндра:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot p \cdot \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 11042}{3,14 \cdot 6,3 \cdot 0,95}} = 48,5 \text{ мм} \quad (2.5)$$

Приймаємо діаметр поршня гідроциліндра по стандарту 50 мм, діаметр штока – 16 мм. Перевіримо зусилля затиску з урахуванням того, що робоча порожнина гідроциліндра – безштокові.

$$\text{Перевірка: } Q = \frac{3,14 \cdot (50^2) \cdot 6,3}{4} \cdot 0,95 = 11750 \text{ Н}$$

Таким чином, зусилля, що розвивається на штоку, більше необхідного, отже, пристосування працездатне.

Так як необхідно фрезерувати два пази під кутом  $130^\circ$  розмістимо наше пристосування на ділильному столі і встановимо по центру втулки, щоб зменшити можливі зсуви.

Необхідна точність деталей, що виготовляється в пристосуванні, забезпечується вибором необхідної схеми пристосування, по якій дійсні

похибки базування заготовки в пристосуванні були б менше (або рівні) допустимих значень похибки базування. Визначимо можливість установки деталі в пристосуванні з тим, щоб забезпечити розташування паза щодо вісі деталі з допустимим відхиленням  $\delta=0,4$  мм.

$$\xi_y + \Delta_n + \Delta_{np} \leq \delta, \quad (2.6)$$

де  $\delta$  - допуск оброблюваного розміру,  $\delta = 400$  мкм (див. креслення);

$\xi_y$  – похибка установки;

$\Delta_n$  – похибка установки,  $\Delta_n=50$  мкм [2];

$\Delta_{np}$  – похибка виготовлення пристосування, що залежить від похибки виготовлення і складання елементів пристосування.  $\Delta_{np}$  становить від 1/3 до 1/10 допуску оброблюваного розміру [13]:

$$\varepsilon_{np} = 1/10 \times 400 = 40 \text{ мкм.}$$

$\varepsilon_{\delta}$  – похибка базування по отвору [13]:

$$\varepsilon_{\delta} = 0,5 (TD9_{52} + TD8_{52}) = 0,5 \cdot (74 + 46) = 60 \text{ мкм,} \quad (2.7)$$

де  $TD8_{52}$  – допуск на виготовлення направляючої,  $TD8_{52} = 46$  мкм;

$TD9_{52}$  - допуск на виготовлення отвору,  $TD9_{52} = 74$  мкм;

$\varepsilon_3$  – похибка закріплення заготовки,  $\varepsilon_3 = 0$ , так як сила закріплення перпендикулярна похибки, що розраховується.

Тоді за формулою 2.6:

$$\varepsilon_y = (60^2 + 0^2 + 40^2)^{0,5} = 72 \text{ мкм.}$$

Перевіримо нерівність 2.6:  $72 + 50 + 40 = 162$  мкм  $<$   $400$  мкм. З цієї нерівності випливає, що дане пристосування задовольняє умовам точності обробки.

## 2.2 Розрахунок і проектування контрольних пристосувань

Розрахунок і конструювання калібру-пробки для контролю отвору  $\varnothing 52H9^{(+0,074)}_{.мм}$ .

Розрахуємо граничний калібр-пробку для контролю внутрішньої циліндричної поверхні  $\varnothing 52H9^{(+0,074)}_{.мм}$  відповідно до [13].

Знаходимо граничні відхилення отвору  $\varnothing 52H9(+0,074)_{мм}$ ; вони рівні 0,074 і 0 мкм.

Отже  $D_{max} = 52,074$  мм;  $D_{min} = 52,0$  мм.

Згідно ДСТ 24853-81 знаходимо допуски і інші дані для розрахунку калібру:  $H = 5$  мм;  $H_1 = 8$  мкм;  $Z_1 = 13$  мкм;  $H_p = 3$  мкм.

Тут  $H$  – допуск на виготовлення калібру для отвору;

$Z_1$  – відхилення середини поля допуску на виготовлення прохідного калібру для отвору щодо найбільшого граничного розміру виробу;

$Y_1$  – допустимий вихід розміру зношеного калібру для отвору за кордон поля допуску виробу;

$H_p$  – допустимий вихід розміру зношеного калібру для отвору за кордон поля допуску виробу.

Найбільші і найменші значення розміру прохідного калібру-пробки  $ПП$  з номінальним розміром до 180 мм визначимо за формулами [13]:

$$D_{max}(PP) = D_{min} + Z_1 \pm \frac{H}{2}; \quad (2.8)$$

$$D_{max}(PP) = 52,000 + 0,013 + \frac{0,008}{2} = 50,017 \text{ мм},$$

$$D_{min}(PP) = 52,000 + 0,013 - \frac{0,008}{2} = 50,009 \text{ мм}.$$

Найбільші і найменші значення розміру зношеного калібру-пробки при допуску на виготовлення  $Y_1=0$  мкм:

$$PP_{изн} = D_{min} - Y_1; \quad (2.9)$$

$$PP_{изн} = 52,000 - 0 = 52,000 \text{ мм}.$$

Найбільші і найменші значення розміру нової непрохідний калібр - пробки визначимо за формулами:

$$D_{max}(HE) = D_{max} \pm \frac{H}{2}, \quad (2.10)$$

$$D_{max}(HE) = 52,074 + \frac{0,008}{2} = 52,078 \text{ мм},$$



$$D_{\min}(HE) = 52,074 - \frac{0,008}{2} = 52,070 \text{ мм.}$$

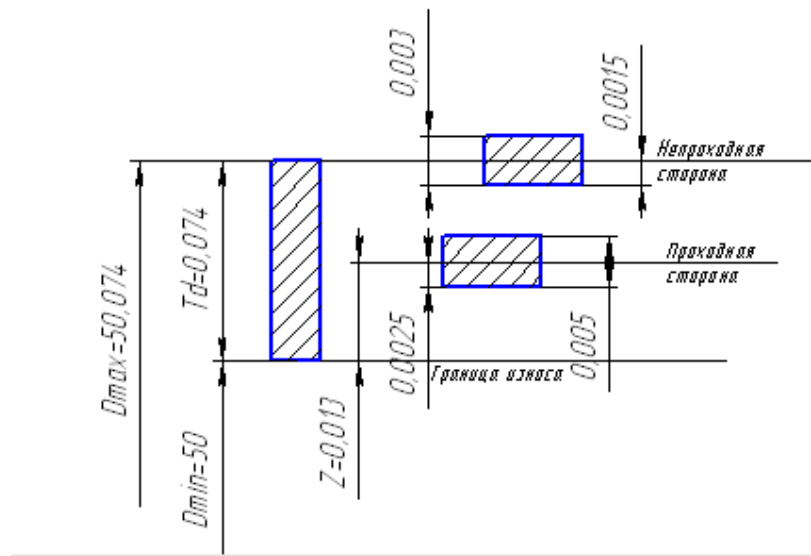


Рисунок 2.2 – Схема полів допусків і відхилень калібру-пробки

Вибір, конструювання та розрахунок контрольного пристосування калібру-скоби для контролю шийки діаметром  $\varnothing 80e8$ .

Лінійний розмір може бути визначений різними вимірювальними засобами, що забезпечують різну точність вимірювання. У кожному конкретному випадку точність вимірювання залежить від принципу дії, конструкції і точності виготовлення вимірювального приладу, а також від умов його налаштування і застосування. Необхідна точність вимірювання може бути отримана тільки при правильному виборі засобів і умов вимірювання.

Виріб, виготовлений за кресленням, залишається поза контролем за допомогою різних засобів вимірювання. При цьому визначається відповідність розмірів і граничних відхилень виробу, зазначених на кресленні виробу. Важливим є той факт, чи знаходиться дійсний розмір виробу в межах поля допуску або вийшов за його межі. Це оцінюють граничними калібрами, а також обґрунтовано обраними засобами вимірювання.

Визначимо розміри калібру-скоби для поверхні діаметром  $d = 80$  мм з полем допуску  $e8$ .

За кресленням знаходимо граничні відхилення; вони рівні - 0,060 і - 0,106 мм.

Отже,  $d_{min} = 79,894$  мм,  $d_{max} = 79,94$  мм.

Згідно ДСТ 24853-81 знаходимо допуски і інші дані для розрахунку калібрів:

$Z_1 = 7$  мкм, - відхилення середини поля допуску на виготовлення прохідного калібру щодо найбільшого граничного розміру виробу.

$Y_1 = 5$  мкм – допустимий вихід розміру зношеного прохідного калібру за межі поля допуску виробу.

$H_1 = 8$  мкм, - допуск на виготовленні калібрів.

$H_p = 3$  мкм – допуск на виготовлення контрольного калібру для скоби.

За цими даними будуюмо схему розташування полів допуску калібру скоби. Визначимо найменший прохідний розмір нової калібру-скоби за формулою:

$$PP_{min,max} = D_{max} - Z_1 \pm \frac{H_1}{2} \quad (2.11)$$

де  $PP_{min, max}$  - найменший і найбільший прохідний розмір нової калібру-скоби, мм;

$D_{max}$  - максимальний діаметр циліндричної поверхні, мм;

$Z_1$  - відхилення, мкм;

$H_1$  - допуск на виготовлення калібру-скоби, мкм;

$$PP_{max} = 79,94 - 0,007 + 0,008/2 = 79,937 \text{ мм}$$

$$PP_{min} = 79,94 - 0,007 - 0,008/2 = 79,929 \text{ мм.}$$

Розмір калібру « $PP$ », що проставляється на кресленні, при допуску на виготовлення  $H_1 = 8$  мкм дорівнює  $79,929^{+0,008}$ . Виконавчі розміри: найменший –  $79,929$  мм, найбільший –  $79,937$  мм.

Визначимо найбільший розмір зношеної калібру-скоби. При допуску на знос  $Y_1 = 5$  мкм він дорівнює:

$$PP_{узн} = D_{max} + Y_1, \quad (2.12)$$

де  $PP_{узн}$  - найбільший розмір зношеної калібру-скоби, мм;

$D_{max}$  - максимальний діаметр циліндричної поверхні, мм;

$Y_1$  - допуск на знос калібру-скоби, мкм;

$$PP_{узн} = 79,94 + 0,005 = 79,945 \text{ мм.}$$

Визначимо найменший непрохідний розмір калібру-скоби за формулою:

$$HE_{min} = D_{min} - H_l / 2, \quad (2.13)$$

де  $HE_{min}$  - найменший розмір непрохідний калібр-скоби, мм;

$D_{min}$  - мінімальний діаметр циліндричної поверхні, мм;

$H_l$  - допуск на виготовлення калібр-скоби, мкм;

$$HE_{min} = 79,894 - 0,008 / 2 = 79,89 \text{ мм};$$

Розмір калібру  $HE$ , що проставляється на кресленні, при допуску на виготовлення  $H_l = 8$  мкм дорівнює  $79,89^{+0,008}$ . Виконавчі розміри: найменший – 79,89 мм, найбільший – 79,898 мм.

Визначаємо розміри контрольних калібрів до скоб:

- для контролю прохідного боку скоби:

$$(K - PP_{max}) = D_{max} - Z_1 + \frac{H_p}{2} = 79,94 - 0,007 + \frac{0,003}{2} = 79,9345 \text{ мм}; \quad (2.14)$$

- для контролю непрохідного боку скоби:

$$(K - HE_{max}) = D_{min} + \frac{H_p}{2} = 79,894 + \frac{0,003}{2} = 79,8955 \text{ мм}; \quad (2.15)$$

- для контролю зносу прохідного боку скоби:

$$(K - I_{max}) = D_{max} + Y_1 + \frac{H_p}{2} = 79,94 + 0,005 + \frac{0,003}{2} = 79,9465 \text{ мм} \quad (2.16)$$

На рисунку 2.3 зображена схема розташування полів допуску і відхилень калібру-скоби.

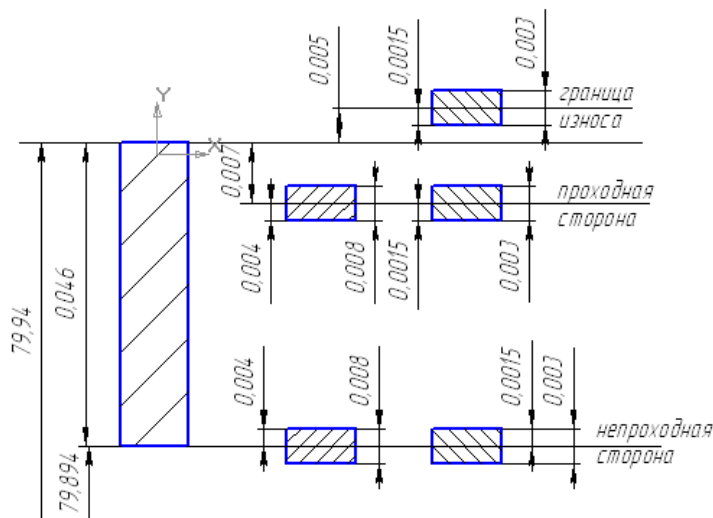


Рисунок 2.3 – Схема розташування полів допусків і відхилень калібру-скоби.

## 2.3 Розрахунок і конструювання ріжучого інструменту

Розрахунок і конструювання різця токарного прохідного упорного для зовнішнього точіння поверхні діаметром 155 мм.

Для обробки циліндричної поверхні  $\varnothing 155$  мм необхідний токарний різець (прохідний упорний) з головним кутом в плані  $\varphi = 90^\circ$  [10].

В цьому випадку використовуються змінні механічні пластини (СМП), які мають необхідну, заздалегідь надану при виготовленні, форму, геометричні параметри і стан ріжучої кромки. Пластину кріплять до державки різця за допомогою спеціальних пристосувань, що дозволяють повертати її на державці навколо вертикальної вісі, вводячи в робоче положення нову ріжучу кромку замість затупленої.

Переваги інструменту зі змінними багатограними пластинами:

1. Простота заміни затупившихся різальних крайок, взаємозамінність високоточних пластин, що скорочує час налагодження інструменту на необхідний розмір обробки.

2. Виключення повторного заточення інструменту, що економить алмази.

3. Збереження постійними геометричних параметрів інструменту, тому що вони визначаються точністю виконаної схеми пластини і гнізда під пластину в корпусі інструменту.

4. Економія дефіцитного вольфраму, повернення в металургійну промисловість використаних змінних пластин становить 90%, в той час як напаяними - близько 15%.

5. Зменшення запасу інструментів в цілому, тому що одна державка різця може бути використана багаторазово для десятків і навіть сотні пластин.

6. Економія значної кількості сталі, яка розходиться при виготовленні напаяного інструменту.

Основним фактором при виборі варіанту кута кріплення є необхідність наявності у різця головного кута в плані  $\varphi = 90^\circ$  [10].

Цій вимозі відповідає різець з кріпленням пластин з отвором зверху, важелем і гвинтом з різноспрямованим різьбленням згідно ДСТ 26611-85: різець токарний з пластиною тригранної форми з  $\varphi = 90^\circ$  відігнутої.

Для обробки конструкційної сталі при чорновому точінні з безперервним припуском приймаємо  $\alpha = 8^\circ$ ,  $\gamma = 10^\circ$ . Відповідно до цього вибираємо пластину ріжучу тригранну з заднім кутом  $8^\circ$  ДСТ 19045-80.

Для чорнової обробки Сталі 45 рекомендується [2] застосовувати титановольфрамкобальтовий твердий сплав марки Т5К10, що має підвищену тепло і зносостійкість. Хімічний склад і фізико-хімічні властивості твердого сплаву Т5К10 наведені в таблиці 2.1 [2]:

Таблиця 2.1- Хімічний склад і фізико-механічні властивості твердого сплаву Т5К10.

Хімічний склад, %				Густина, г/см <sup>3</sup>	Межа Міцності		Температур остійкість, С°
WC	TiC	TaC	Co		При вигині ГПа, $\sigma_u$	При стисненні $\sigma_{сж}$ , ГПа	
85	5	-	10	11,0...11,7	1,10	4	1150

В якості опорної пластини використовуємо тригранну з заднім кутом  $8^\circ$  ДСТ 19074-80 [10].

Опорну пластину виготовляємо з твердого сплаву ВК15.

Виходячи з розрахованих режимів різання визначаємо розміри поперечного перерізу різця і перевіряємо його на міцність.

Розміри поперечного перерізу корпусу різця вибираємо в залежності від сили різання, матеріалу корпусу, вильоту різця і інших чинників. Ширину в поперечному перерізі корпусу різця можна визначити за формулою [9] ( $h = b$ ):

$$b = \sqrt[3]{\frac{6P_z \ell}{\sigma_{u.d}}} \quad (2.17)$$

де  $P_z$  - головна складова сили різання,  $P_z = 3037$  Н;

$\ell$  - виліт різця, м;

$\sigma_{u.d.}$  - допустимий напруг при вигині матеріалу корпусу,  $\sigma_{u.d.} = 200$  МПа для сталі 45.

$$b = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot 53037 \cdot 0,06}{200 \cdot 10^6}} = 0,0176 \text{ м} = 17,6 \text{ мм}.$$

Приймаємо стандартний для верстата 1М63 перетин корпусу  $b = h = 30$  мм. Перевіряємо міцність і жорсткість корпусу різця [10]:

$$P_{здон} = \frac{b \cdot h^2 \cdot \sigma_{u.d.}}{6\ell}, \quad (2.18)$$

$$P_{здон} = \frac{0,040 \cdot 0,040^2 \cdot 200 \cdot 10^6}{6 \cdot 0,06} = 35555,55 \text{ Н}.$$

Максимальне навантаження, що допускається жорсткістю різця [10]:

$$P_{зжест} = \frac{3 \cdot f \cdot E \cdot J}{\ell^3}, \quad (2.19)$$

де  $f = 0,1$  - стріла прогину різця, що допускається;

$E = 2 \cdot 10^5$  МПа – модуль пружності матеріалу корпусу різця;

$J$  - момент інерції квадратного перетину різця корпусу [10]:

$$J = \frac{b \cdot h^3}{12}; \quad (2.20)$$

$$J = \frac{0,04 \cdot 0,04^3}{12} = 21,3 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4;$$

$$P_{зжест} = \frac{3 \cdot 0,1 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 21,3 \cdot 10^{-8}}{0,06^3} = 59166,66 \text{ Н}.$$

Різець володіє достатніми міцністю і жорсткістю, так як  $P_{здон} > P_z < P_{зжест}$ , тобто  $35555,55 > 3037 < 59166,66$ .

Отже, даний різець може бути використаний для обробки  $\varnothing 155$  мм.

### 3. ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

#### 3.1. Нормування технологічних операцій

Технічна норма часу на обробку заготовки є основним параметром для розрахунку собівартості продукції, що виготовляється деталі, числа виробничого обладнання, заробітної плати робітників і планування виробництва. Технічну норму часу визна-ляють на основі технічних можливостей технологічної оснастки, ріжучого інструменту, верстатного обладнання і правильної організації робочого місця. Норма часу є одним з основних факторів для оцінки досконалості технологічного процесу і вибору найбільш прогресивного варіанту обробки [4].

Штучно-калькуляційний час визначається за формулою [12]:

$$T_{шт.-к.} = T_{шт.} + \frac{T_{п.з.}}{n}, \quad (3.1)$$

де  $T_{шт.}$  – штучний час, хв;

$T_{п.з.}$  – підготовчо-заклучний час, хв;

$n$  – кількість деталей в партії, шт.

Штучний час визначається за формулою [12]:

$$T_{шт.} = T_{осн.} + T_{всп.} + T_{доп.}, \quad (3.2)$$

де  $T_{осн.}$  – основний час, хв;

$T_{всп.}$  – допоміжний час, хв;

$T_{доп.}$  – додатковий час, хв.

Основний час при точінні і свердління [12]:

$$T_{осн.} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \quad (3.3)$$

де  $L$  – розрахункова довжина робочого ходу інструмента, тобто шлях, який проходить ріжучий інструмент в напрямку подачі з урахуванням величини врізання, мм;

$i$  – число робочих ходів ріжучого інструменту;

$n$  – частота обертання шпинделя верстата, прийнята за паспортними даними верстата, об/хв;

$S$  – подача за паспортними даними верстата, мм/хв;

Розрахункова довжина робочого ходу інструмента визначається за формулою [12]:

$$L = l_1 + l + l_2, \quad (3.4)$$

де  $l$  – довжина оброблюваної поверхні, мм;

$l_1$  – величина врізання ріжучого інструменту, мм;

$l_2$  – величина врізання ріжучого інструменту, мм.

Основний час при довбленні паза [12]:

$$T_o = \frac{B + B_1 + B_2}{n \cdot s}, \quad (3.5)$$

де  $B$  – висота канавки паза;

$B_1$  – врізання різця;

$B_2$  – схід різця,

Основний час при зовнішньому і внутрішньому шліфуванні [12]:

$$T_{ocн} = \frac{L \cdot h}{n_d \cdot S_{pad} \cdot t}, \quad (3.6)$$

де  $n_d$  – частота обертання виробу, об/хв;

$S_{pad}$  – радіальна подача інструменту на оборот деталі, мм/об;

$K$  – коефіцієнт виходжування;

$L$  – довжина ходу столу;

$h$  – припуск на сторону.

$$L = \frac{D - d}{2}, \quad (3.7)$$

Допоміжний час  $T_{всн}$  вибирається за нормативами [12]. Він визначається технологією виробництва деталі, методами обробки і верстатним устаткуванням, ступенем механізації, масою заготовки та іншими елементами технологічного процесу. Він складається з часу на установку заготовки і зняття деталі, часу на зміну режиму роботи верстата і на зміну інструменту, часу на підведення і відведення інструменту, на контроль розмірів оброблюваної поверхні.

Додатковий час  $T_{дон}$  включає в себе час на організаційне обслуговування робочого місця і на особисті потреби робітника.Dodatkowy час складає 8% від оперативного часу, що визначається за формулою:



$$T_{оп.} = T_{осн.} + T_{всп.} \quad (3.8)$$

Підготовчий час  $T_{пз.}$ , також як і допоміжний, визначається за нормативами [12]. Він залежить від кількості деталей в партії і складності виконуваної роботи.

Зробимо розрахунок штучно-калькуляційного часу на виготовлення кришки верхньої. Для цього необхідно розрахувати штучно-калькуляційний час на кожну операцію.

1. 010 Токарна операція. Основний час складе 8,7 хв. Допоміжний час виконання операції, що не перекривається основним часом - 24,5 хв. Відсоток втрат часу від основного часу, що враховує всі інші складові штучного часу - 8%. Звідси впливає, що штучно-калькуляційний час токарної операції дорівнюватиме 35,86 хв.

2. 015 Вертикально-фрезерна операція. Основний час складе 2,3 хв. Допоміжний час виконання операції, що не перекривається основним часом - 9 хв. Відсоток втрат часу від основного часу, що враховує всі інші складові штучного часу - 8%. Звідси впливає, що штучно-калькуляційний час токарної операції дорівнюватиме 12,2 хв.

3. 020 Радіально-свердлильна операція. Основний час складе 0,37 хв. Допоміжний час виконання операції, що не перекривається основним часом - 1,5 хв. Відсоток втрат часу від основного часу, що враховує всі інші складові штучного часу - 8%. Звідси впливає, що штучно-калькуляційний час токарної операції дорівнюватиме 2,02 хв.

Штучно-калькуляційний час на виготовлення кришки верхньої складе 50,08 хв. (див. додаток А).

### ***Визначення необхідної кількості обладнання та його завантаження***

Для визначення необхідної кількості обладнання необхідні наступні дані: річна програма випуску виробів (в штуках), норми часу на технологічний процес механічної обробки; ефективний річний фонд часу роботи одиниці обладнання.

Технологічний процес виготовлення деталі здійснюється на 3-х верстатах: токарно-гвинторізний моделі 16К20, радіально-свердлувальному моделі 2М55, вертикально-фрезерному моделі 6Р12.

Річна програма випуску даного виробу становить 20 шт./год.

Виходячи з річного обсягу випуску деталей і норми часу на їх виготовлення, розрахуємо річну трудомісткість їх виготовлення, з якої потім визначимо коефіцієнт завантаження обладнання [12]:

$$T = \frac{T_{шт.-к.} \cdot D_{год.}}{60}, \quad (3.9)$$

де  $T_{шт.-к.}$  – штучно-калькуляційний час, хв;

$D_{год.}$  – річний обсяг випуску деталей, шт.

Для повного завантаження устаткування необхідно довантажити його виготовленням аналогічних видів продукції.

Виходячи з річної трудомісткості виготовлення деталей, визначається коефіцієнт завантаження устаткування по формулі:

$$K_3 = \frac{T}{1721,2}, \quad (3.10)$$

де 1721,2 – кількість робочих годин у 2016 році при однозмінному п'ятиденному восьмигодинному графіку роботи, з урахуванням планового попереджувальних і капітальних ремонтів.

Розрахуємо річну трудомісткість виготовлення всіх деталей і коефіцієнт завантаження верстатів шляхом заповнення таблиці.

Таблиця 3.1 - Річна трудомісткість виготовлення деталі «Кришка» і коефіцієнт завантаження верстатів

Найменування показника	Модель обладнання			
	16К20	2М55	6Р12	<b>Σ</b> <b>Показників</b>
- $T_{шт.-к.}$ , хв;	35,86	2,02	12,2	50,08
- Річна трудомісткість $T$ , годин;	11,95	0,67	4,07	16,69
- Коефіцієнт завантаження верстатів $K_3$ .	0,0060	0,0020	0,0020	0,01

### **3.2 Організація робочого місця верстатника**

Робочим місцем свердлувальника називається ділянку цеху або майстерні, де він працює і де розташовані необхідні для виконання завдання верстат, приналежності, пристосування, інструмент, заготовки тощо.

Правильна організація робочого місця має великий вплив на продуктивність праці робітника, так як економить його рухи і знижує стомлюваність. Передові робітники своє робоче місце організують так, щоб не робити жодного зайвого руху.

Правильна організація робочого місця допомагає робітникові усунути непродуктивні витрати часу на пошуки інструменту, пристосувань, заготовок, зменшує час на вимушені ходіння за знаряддями, технічною документацією тощо. Вона вимагає дотримання необхідних професійних навичок в роботі і ретельного догляду за станом робочого місця. Чистота і порядок робочого місця - одна з основ підвищення продуктивності праці і отримання високоякісної продукції.

На робочому місці повинні знаходитися тільки ті інструменти, пристосування, заготовки, які необхідні для виконуваної роботи. Все зайве, непотрібне має бути прибрано і лежати на стелажі або в інструментальному ящику або здано на склад.

Оснащення, що не застосовується в роботі, необхідно зберігати в справному та придатному для подальшого використання стані. Інструмент, що зберігається в інструментальних ящиках, шафах, тумбочках, слід розташовувати в такому порядку, щоб кожному предмету було встановлено певне місце зберігання, що допускає швидке знаходження його.

При плануванні робочого місця повинні враховуватися конкретні умови роботи верстатника. Необхідно передбачати таке розташування всього обладнання, яке сприяло б кращій організації праці і забезпечувало скорочення витрат допоміжного часу, часу на обслуговування робочого місця і підготовчо-заклучного часу.

На рис. 3.1 і 3.2 представлені робочі місця свердлувальника при роботі

на вертикально- та радіально-свердлувальному верстатах.

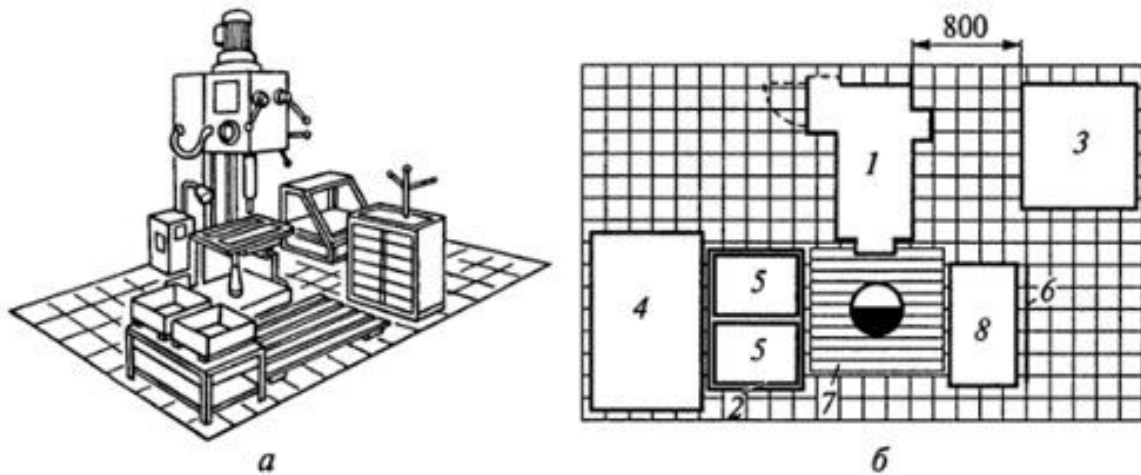


Рисунок 3.1 – Робоче місце свердлувальника, що працює на вертикально-свердлувальному верстаті:

*a* – загальний вигляд; *б* – вигляд в плані; 1 – верстат; 2 – приймальний столик; 3 – стелаж; 4 – стелаж-підставка під настільне обладнання; 5 – тара з заготовками; 6 – планшет; 7 – дерев’яна решітка; 8 – інструментальна тумба

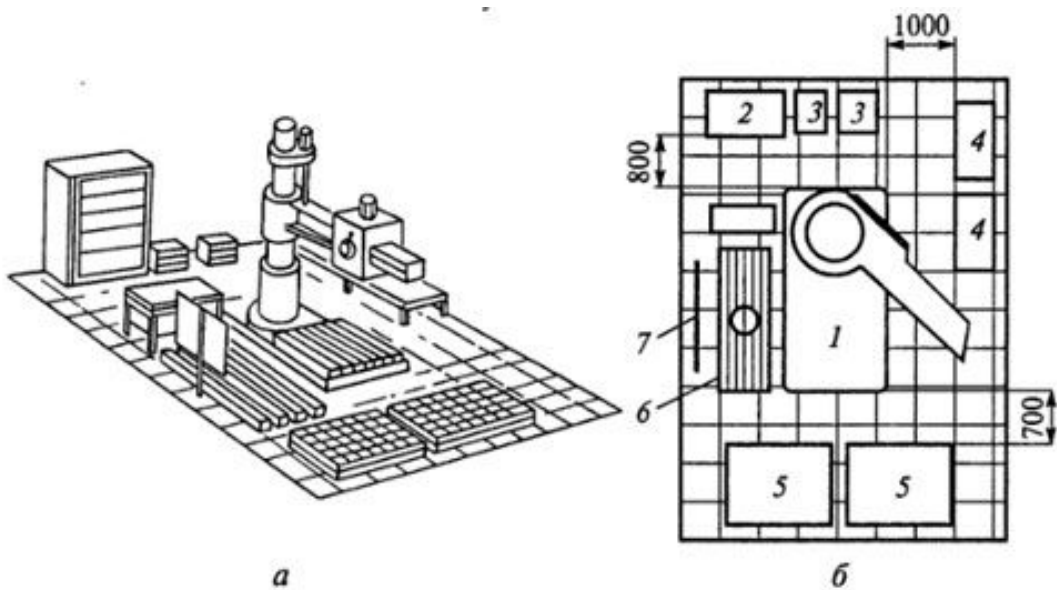


Рисунок 3.2 – Робоче місце свердлувальника, що працює на радіально-свердлувальному верстаті:

*a* – загальний вигляд; *б* – вигляд в плані; 1 – верстат; 2 – інструментальна шафа; 3 – стелажі; 4 – пересувний приймальний столик; 5 – підставки для корпусних деталей; 6 – дерев’яна решітка; 7 – планшет

Робоче місце повинно бути сплановано так, щоб верстатник витрачав якомога менше сил і часу на підбір заготовки, на постановку її для кріплення і затиск, на процес обробки, розтискання, зняття обробленої заготовки і переміщення її в місце зберігання.

Необхідно перевірити справність і змащення верстата, заземлення, перевірити приналежності і пристосування, забезпечити верстат заготовками. Підготовка робочого місця перед початком роботи гарантує високоякісну і продуктивну роботу протягом зміни.

Під час роботи свердлувальник повинен строго виконувати технологічний процес обробки, намічений в операційній карті або попередньо обдуманий ним самим, утримувати робоче місце в чистоті і порядку.

Після закінчення роботи свердлувальник повинен вимкнути електродвигун, очистити верстат від стружки, бруду і емульсії і протерти його. Після цього необхідно зібрати і протерти ріжучий і вимірювальний інструмент, пристосування і приналежності, застосовувані при роботі, і укласти в спеціально відведені місця в інструментальному ящику. Все взяте з інструментальної комори цеху повинно бути повернуто назад на зберігання. Пошкоджені в процесі роботи інструменти здаються в ремонт, а ріжучий інструмент - в заточку.

Багато після закінчення роботи отримати завдання на наступний день. Це дає можливість заздалегідь ознайомитися з майбутньою роботою і добре до неї підготуватися.

Особливо чітка організація робочого місця необхідна в тому випадку, коли на свердлувальному верстаті доводиться обробляти найрізноманітніші за розміром і характером обробки деталі, що йдуть малими партіями. Це вимагає частого переналагодження верстата і використання різноманітних пристроїв для кріплення заготовок і ріжучих інструментів.

Велике значення має освітлення робочого місця. Треба забезпечувати таке освітлення, при якому свердлувальник не напружує зір при роботі. Світло від електричної лампочки не повинно потрапляти в очі і сліпити їх. Тому

електрична лампочка повинна бути укладена в захисний ковпак. Світло необхідно направляти на оброблювану заготовку.

Робоче місце свердлувальника має бути забезпечено всім необхідним для підтримання чистоти - ганчірками, кінцями, щітками, гачками, скребками тощо.

## **4 ОХОРОНА ПРАЦІ**

### **4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів на проєктованій ділянці**

З розвитком цивілізації перед охороною праці постають все нові і нові питання, зокрема проблема збереження людського здоров'я на виробництві.

Виробнича безпека - це загроза впливу на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих факторів, а виробнича шкідливість - вплив на працюючих шкідливих виробничих факторів [15].

Відрізняють небезпечні виробничі фактори від шкідливих наступним чином: якщо небезпечні викликають безпосередньо негативні наслідки (наприклад, різні машини, механізми), то шкідливі поступово приводять до професійних захворювань (наприклад, хімічні речовини, канцерогени) [16].

Небезпеками, присутніми в цеху є рухомі машини і механізми, різні підйомно-транспортні пристрої і переміщувані вантажі; незахищені рухливі елементи виробничого обладнання (привідні і передавальні механізми, ріжучі інструменти, пристосування, що обертаються і переміщаються та ін.); частки оброблюваного матеріалу та інструменту, що відлітають, включаючи пилові частинки; підвищена температура поверхонь обладнання і матеріалів, які обробляються; електричний струм, розпечені тіла, рухомі частини машин і механізмів та ін. Виробничі шкідливості виникають через незадовільні санітарно-гігієнічні умови на виробництві: підвищена і знижена температура повітря робочої зони; високі вологість і швидкість руху повітря; підвищені рівні шуму, вібрацій і різних випромінювань - теплових, іонізуючих, електромагнітних і ін., а також запиленість і загазованість повітря робочої зони; недостатня освітленість робочих місць, проходів та проїздів; підвищені яскравість світла і пульсація світлового потоку [15].

До групи шкідливих фізичних виробничих чинників відносять [16]:

- підвищений рівень шуму на робочому місці від працюючих верстатів;
- підвищений рівень вібрації, джерелом якої є технологічні процеси, механізми, машини і їх робочі органи;

- підвищений рівень інфразвукових коливань при роботі компресорів, вентиляторів і агрегатів;
- підвищення або знижений тиск в робочій зоні;
- підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони (механічна обробка матеріалів, полірування, шліфування, обробка металу кислотами);
- небезпечна напруга в електричному ланцюзі.

До групи хімічно небезпечних і шкідливих виробничих факторів відносять: загальнотоксичні, дратівливі, канцерогенні, мутагенні, що впливають на репродуктивну функцію.

До процесів, пов'язаних з виділенням токсичних газів і парів, відносяться різні види обробки металів кислотами, перегону кислот, випарювання розчинів, обробка соляних розчинів окислювачами, що супроводжується виділенням хлору.

Причиною забруднення повітря є також пил, що утворюється при дробленні і транспортуванні подрібнених матеріалів (полірування, шліфування), упаковка, розфасовка тощо. Також пил може виникнути при русі людей, прибиранні приміщення і так далі.

Дрібні пилові частинки, потрапляючи в органи дихання, викликають профзахворювання: пиловий бронхіт; пневмонія; пневмосклероз.

Причиною профзахворювань є наявність в пилу діоксиду кремнію. Чим більше діоксиду кремнію, тим імовірніше виникнення профзахворювань.

При механічних коливаннях в металорізальних верстатах виникає шум, так як в цеху верстатів досить багато, то і рівень шуму високий. Гранично допустимий рівень шуму 80/110 дБА, по санітарно-гігієнічному паспорту робочого рівень шуму в цеху досягає 82/83 дБА, не перевищуючи допустимий рівень. При тривалому впливі шуму знижується гострота слуху, змінюється кров'яний тиск, послаблюється увага, погіршується зір та ін.

В основному механічному цеху відповідають граничному допустимому рівню такі фактори виробничого середовища як: вібрація,



інфразвук, ультразвук, електромагнітні випромінювання: магнітне постійне магнітне поле, електростатичне поле, електромагнітні випромінювання радіочастотного діапазону: 0.01-3 МГц, 3-30 МГц, 300МГц-300ГГц; лазерне випромінювання.

Параметри світлового середовища: при природному освітленні допустимий рівень КПО складає 0.9%, так як передбачені зорові роботи середньої точності, в цеху КПО складає 1.6%, що відповідає поєднаному освітленню. При штучному освітленні допустимий рівень нормованої освітленості (E) дорівнює 500 люкс.

Виробничий мікроклімат:

- температура повітря за результатами вимірювання відповідає допустимому рівню і дорівнює 20 градусів Цельсія;
- відносна вологість повітря в цеху становить 42%, що відповідає допустимому рівню 15-75%;
- швидкість руху повітря за результатами вимірювання складає 0.1 м/с, допустимий рівень 0,1-0,3 м/с.

Оскільки проєктована ділянка складається з верстатів токарної, фрезерної і свердлильної групи, то основними шкідливими виробничими факторами тут є пил, виробничий шум і вібрація.

#### **4.2 Захист від дії небезпечних і шкідливих факторів**

Основними вимогами, що пред'являються з точки зору охорони праці при проєктуванні машин і механізмів, а потім і при роботі на них, є: безпека для здоров'я і життя людини, надійність, зручність експлуатації [15].

Безпека праці робітника залежить від багатьох факторів:

- правильного розміщення обладнання на ділянці;
- безпечності обладнання;
- безпеки пристосувань;
- виробничої санітарії;
- правильної організації робочого місця.

Техніка безпеки в ОМЦ і на інших підприємствах має основним своїм завданням попередження промислового травматизму і професійних отруєнь, що викликаються діями токсичних речовин.

Для попередження професійних захворювань в цеху встановлено попередні і періодичні медичні огляди працюючих з шкідливими речовинами. На всіх працівників заводиться індивідуальна карта, що містить паспортну частину і лист для занесення результатів огляду. В цій карті вказується стать, вік, професія і стаж роботи за даною професією в даному цеху, найменування токсичної речовини, робота з якою служить підставою для періодичного медичного огляду. Вказується перелік раніше виконуваних робіт, пов'язаних з токсичними речовинами, і перераховуються захворювання з втратою працездатності протягом останнього року. До паспортної частини індивідуальної карти додається лист періодичних медичних оглядів.

Кожен працівник, що надійшов на роботу в цех або переміщений всередині цеху на іншу роботу, отримує від майстра інструктаж з техніки безпеки на робочому місці і самостійно повинен продемонструвати безпечні прийоми роботи, з оформленням його в особистій картці. Начальник цеху або його заступник протягом 10 днів перевіряють засвоєння робочим правил безпеки роботи відповідно до інструкції по професії і оформлюють це своїм підписом в особовій картці. Адміністрація зобов'язана два рази в рік проводити з трудящими безпосередньо на робочому місці повторні інструктажі з оформленням в особових картках.

В ОМЦ працюючі і службовці зобов'язані дотримуватися встановлених вимог поведження з машинами і механізмами, користуватися засобами індивідуального захисту, що видаються їм. До засобів індивідуального захисту відносять: костюм бавовняний ДСТ12.4.100-80; черевики шкіряні на гумовій підшві ДСТ 12.4.178-91; окуляри захисні ЗП12-80-у; рукавиці комбіновані ДСТ 12.4.010-75; каска ДСТ 39-124-81; заглушки для вух. До самостійної роботи на верстатах допускаються розпорядженням начальника цеху тільки ті

робочі, які пройшли спеціальне навчання за професією, склали іспити і мають відповідні посвідчення.

Для того щоб уникнути професійних захворювань, на підприємстві проводяться заходи з оздоровлення повітряного середовища (підтримка оптимальних і допустимих метеорологічних умов, зменшення концентрації парів, газів і пилу до допустимих значень, виняток перегріву виробничої атмосфери нагрітими виробами, устаткуванням і технологічним процесом). До таких заходів відносяться: механізація і автоматизація виробничих процесів, дистанційне керування ними. Ці заходи мають велике значення при виконанні технологічних процесів, що супроводжуються пило-газо- і паротворенням, інтенсивною конвекцією, і робіт, пов'язаних з систематичним напруженням:

- герметизація обладнання та технологічних процесів, при яких має місце утворення шкідливих речовин;
- ретельне систематичне прибирання приміщення (волога або із застосуванням вентиляційних відсмоктувачів);
- забезпечення працюючих комплексом санітарно-побутових приміщень (душ, умивальники тощо)
- санітарно-технічна пропаганда і навчання безпечним методам роботи;
- пристрій вентиляції, кондиціонування повітря і опалення відповідно до СНіП 11-33-75, ДСТ 12.4.021 і інші.

Одним із важливих засобів захисту працюючого від шкідливих виробничих факторів і несприятливих метеорологічних умов є застосування засобів індивідуального захисту:

- для зниження рівня шуму до допустимого рівня необхідно застосовувати засоби індивідуального захисту органів слуху: вкладиші (беруші, антифони), шумозахисні навушники і шоломи.
- в якості засобів захисту від пилу в цеху застосовується змішана вентиляція (до природної вентиляції додається механічна загальнообмінна витяжна вентиляція). У шліфувальному відділенні до змішаної вентиляції додається місцева витяжна. При ліквідації аварій не вдається усунути всі шкідливі

фактори за допомогою вентиляції. У цих випадках для захисту органів дихання застосовуються індивідуальні засоби захисту: фільтруючі та ізолюючі прилади. До фільтруючих приладів відносяться респіратори і протигази.

- основні способи і засоби електрозахисту: ізоляція струмопровідних частин і її безперервний контроль; установка огорожувальних пристроїв; попереджувальна сигналізація і блокування; використання знаків безпеки і попереджувальних плакатів; використання малих напруг; електричний поділ мереж; захисне заземлення; вирівнювання потенціалів; занулення; захисне відключення; засоби індивідуального електрозахисту.

Захисне заземлення - це навмисне з'єднання з землею або її еквівалентом металевих неструмоведучих частин електрообладнання, які в звичайному стані не знаходяться під напругою, але можуть опинитися під ним при випадковому поєднанні їх з струмоведучими частинами [16].

Принцип дії захисного заземлення полягає в зниженні до безпечних значень напруг дотику (і напруги кроку), викликаних замиканням на корпус.

Захисному заземленню (зануленню) піддають металеві частини електроустановок та обладнання, доступні для дотику людини і такі, що не мають інших видів захисту, наприклад, корпуси електричних машин, трансформаторів, світильників, каркаси розподільних щитів, металеві труби і оболонки електропроводок, а також металеві корпуси переносних електроприймачів.

Обов'язково заземлюють електроустановки, що працюють під напругою 380 В і вище змінного струму і живляться від джерела постійного струму з напругою 440 В і вище. Крім того, в приміщеннях підвищеної і особливої небезпеки заземлюють установки з напругою від 42 до 380 В змінного струму і від 110 до 440 В постійного струму.

*Заземлюючі пристрої* – це сукупність заземлювача - металевих провідників, що стикаються з землею, і заземлюючих провідників, що з'єднують частини електроустановки, що заземлюються, з заземлювачем.

Залежно від взаємного розташування заземлювачів і обладнання, що заземлюється, розрізняють виносні і контурні заземлення. Перші з них характеризуються тим, що заземлювачі винесені за межі майданчика, на якому розміщено обладнання, що заземлюється, або зосереджені на деякій частині цього майданчика.

Заземлювачі бувають штучні, які використовуються тільки для цілей заземлення, і природні, в якості яких використовують трубопроводи, що знаходяться в землі (за винятком трубопроводів горючих рідин або газів), металеві конструкції, арматуру залізобетонних конструкцій, свинцеві оболонки кабелів тощо. Штучні заземлювачі виготовляють із сталевих труб, куточків, прутків або смугової тканини.

Вимоги до опору захисного заземлення регламентуються ПУЕ. У будь-який час року їх опір не повинен перевищувати:

- 4 Ом – в установках, що працюють під напругою до 1000 В; якщо потужність джерела струму становить 100 кВ-А і менше, то опір заземлювального пристрою може досягати 10 Ом;
- 0,5 Ом – в установках, що працюють під напругою вище 1000 В з ефективно заземленою нейтраллю.

Найбільший опір заземлювального пристрою ( $R$ , Ом) не повинен бути більше  $250/I_3$  (але не більше 10 Ом) в установках напругою вище 1000 В з ізольованою нейтраллю. При використанні заземлюючого пристрою одночасно для установок напругою до 1000 В,  $R$  не повинно бути більше  $125/I_3$  (але не більше 4 або 10 Ом відповідно). У цих формулах  $I_3$  – струм-замикання на землю, А.

## ВИСНОВКИ

У даній дипломній роботі були використані раніше отримані знання щодо визначення технологічності деталі, вибору баз, методів обробки, з розрахунку режимів різання і норм технологічного часу.

В першій частині виконано аналіз призначення та умов роботи деталі «Кришка», що є деталлю механізму приводу редуктора тягнучо-правильного механізму і служить для фіксації підшипника ведучого валу. Визначено вибір методу отримання заготовки та призначення припусків на механічну обробку, спроектовано послідовність оброблення деталі, розроблено маршрутну карту.

У другій частині виконано проектування допоміжного обладнання а саме: притиску для фрезерування паза шириною 14 мм, калібру-пробки для контролю отвору  $\varnothing 52H9(+0,074)_{mm}$ . Також спроектовано спеціальний ріжучий інструмент - різець токарний прохідний упорний для зовнішнього точіння поверхні діаметром 155 мм.

В третій частині розраховано нормування технологічних операцій і описано організацію робочого місця верстатника.

У останній частині проаналізовано вплив на працівників металообробних цехів небезпечних та шкідливих факторів та запропоновано методи захисту від них.

Наведені в дипломній роботі розрахунки на виготовленні деталі "Сателіт", дають можливість об'єктивно оцінити всі переваги спроектованого технологічного процесу.

Виконані розрахунки та технологія механічної обробки заданої деталі дозволять знизити собівартості виробу за рахунок зменшення трудомісткості виготовлення деталі, а також використання найсучаснішого обладнання та найефективніших технологій.

Для виконання роботи використовувалися такі програми як: Microsoft Word, Microsoft Excel, Mathcad 2000, КОМПАС 5.11.03.

## ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Богуслаєв В. О. Основи технології машинобудування [Текст]: навч. посібник / В. О. Богуслаєв, В. І. Ципак, В. К. Яценко. — Запоріжжя: Мотор СІЧ, 2003. — 336 с.: іл. — ISBN 966-7108-70-8.
2. Справочник технолога. В 2-х томах / Под ред. А.А. Панова, В.В. Аникина, Н.Г. Бойм, - 2-е изд., - М.: Машиностроение, 2004. - 784с., ил.
3. Наливайко С.О. Теоретичний посібник з дисципліни «Технологія машинобудування». – Горлівка: ГМК, 2012. – 513 с.
4. Захаркін О.У. Технологічні основи машинобудування: Навчально-методичний посібник. – Суми: Вид-во СумДУ, 2004. - 98 с.
5. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: Навчальний посібник. – Київ: Вища школа, 1993. – 414 с.
6. Прис Н.М. Базирование и базы в машиностроении: Методические указания к выполнению практических занятий по курсу "Основы технологии машиностроения" для студентов дневного и вечернего отделений спец. 120100 "Технология машиностроения" / Н.М. Прис. - Н.Новгород.: НГТУ, 1998. - 39 с.
7. Харламов Г.А. Припуски на механическую обработку: Справочник / Г.А.Харламов, А.С.Тарапанов. – М.: Машиностроение, 2006. – 256 с.
8. Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения / Под общей ред. Ф.В. Новикова и А.В.Якимова. В десяти томах. – Т.9. «Проектирование технологических процессов в машиностроении». – Одесса: ОНПУ, 2005. – 584 с.
9. Основи формоутворення поверхонь при механічній обробці: Навчальний посібник/ Н. С. Равська, П. Р. Родін, Т. П. Ніколаєнко, П. П. Мельничук.— Ж.: ЖІТІ, 2000.— 332с. — ISBN 966-7570-07-X.
10. Металорізальні інструменти [Текст]: навч. посібник. Ч. 2 / П. Р. Родін [та ін.]; Київський політехнічний ін-т. — К.: ІСДО, 1993. — 180 с.: іл. — ISBN 5-7763-1585-4.
11. Режимы резания металлов. Справочник под редакцией Ю.В. Барановского. - 3-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение, 1972. – 407 с.

12. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Ч.2. Нормативы режимов резания.- М.: Экономика, 1990. – 467 с.

13. Андреев, Г.И. Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства: Учебное пособие для машиностроительного производства / Г.И. Андреев, В.Ю. Новиков, А.Г. Схиртладзе. Под ред. Ю.М. Соломенцева,- 2-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 1999. - 415с.

14. Ковальчук, Е.Р. Основы автоматизации машиностроительного производства / Е.Р. Ковальчук, М.Г. Косов, В.Г. Митрофанов и др. Под ред. Ю.М. Соломенцева,- 2-е изд., исп. - М.: Высшая школа, 1999. - 312 с., ил.

15. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов / Под общ. ред. С.В.Белова, 2-е изд., испр. И доп. - М.: Высшая школа, 1999.- 448 с., ил.

16. Кукин, П.П. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. / П.П. Кукин, В.Л. Логин, Е.А. Подгорных и др. - М.: Высшая школа, 1999. - 318 с., ил.

17. ДСТ 12.1.013-78 Будівництво. Електробезпека.

18. ДСТ 7505-89 Поковки сталні штаповані.

19. ДСТ 14.201-83 Забезпечення технологічності конструкції виробів. Загальні вимоги.

20. ДСТУ 2232-93 Базування та бази в машинобудуванні. Терміни та визначення.

21. Методичні вказівки до виконання бакалаврських робіт освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр. Для студентів, що навчаються за напрямом підготовки 6.050503 – Машинобудування зі спеціальності – Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів / Уклад. Тараненко Г.В. – Северодонецьк, СНУ ім. В. Даля, 2015. – 23 с.



## **ДОДАТКИ**