

Державний вищий навчальний заклад  
«Сумський державний університет»

Технічних систем та енергоефективних технологій

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

## Пояснювальна записка

до кваліфікаційної (роботи)

перший (бакалаврський)

(освітній рівень)

на тему: Проектування технологічного процесу

виготовлення стакану 22.01.07.102

Виконав: студент IV курсу, групи ТМ-61к

напряму підготовки (спеціальності)

131 Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Смик В.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник: Яшина Т.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент: \_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ В.О.Залога

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.

**ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ  
СТАКАНУ 22.01.07.102**

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Спеціальність – 131 Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

Студент

Смик В.І.

Керівник

Яшина Т.В.

Нормоконтроль

Динник О.Д.

Державний вищий навчальний заклад	
«Сумський державний університет»	
Інститут, факультет	<i>Технічних систем та енергоефективних технологій</i>
Кафедра	<i>Технології машинобудування, верстатів та інструментів</i>
Освітній рівень	<i>перший (бакалаврський)</i>
Напрямок підготовки	
	(шифр і назва)
Спеціальність	<i>131 Прикладна механіка (Технології машинобудування)</i>
	(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри технологій  
машинобудування, верстатів  
та інструментів

\_\_\_\_\_ В.О.Залога

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.

### ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА

***Смик Владислав Ігорович***

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) \_\_\_\_\_  
*Проектування технологічного процесу виготовлення стакану 22.01.07.102*

керівник проекту \_\_\_\_\_  
*Яшина Тетяна Вікторівна*

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року № \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом проекту (роботи) «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) \_\_\_\_\_

*Креслення деталі «Стакан 22.01.07.102»*

*Річний обсяг випуску деталей – 2500 шт.*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

*4.1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі*

*4.2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі*

*4.3 Визначення типу виробництва та форми його організації*

*4.4 Аналіз технологічності конструкції деталі*

*4.5 Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї*

*4.6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі*

*4.7 Проектування верстатного пристрою*

*4.8 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях*

## 5. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

6. Дата видачі завдання « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 року

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі</i>	<i>27.04.2020</i>	
2	<i>Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі</i>	<i>29.04.2020</i>	
3	<i>Визначення типу та форми організації виробництва</i>	<i>30.04.2020</i>	
4	<i>Аналіз технологічності конструкції деталі</i>	<i>02.05.2020</i>	
5	<i>Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї</i>	<i>04.05.2020</i>	
6	<i>Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі</i>	<i>19.05.2020</i>	
7	<i>Проектування верстатного пристрою для установлення і закріплення заготовки</i>	<i>25.05.2020</i>	
8	<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	<i>28.05.2020</i>	
9	<i>Оформлення креслень</i>	<i>29.05.2020</i>	
10	<i>Оформлення альбому технологічної документації</i>	<i>05.06.2020</i>	
11	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	<i>08.06.2020</i>	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Смик В.І.\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Яшина Т.В.\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра: 49 с., 9 рис., 10 табл., 19 джерел.

В роботі проведено аналіз службового автоматичної муфти кута випередження вприскування, проаналізовані конструктивні особливості стакану; технічні вимоги, що пред'являються до деталі; тип виробництва та спосіб отримання заготовки.

Запропоновано вдосконалення технологічного процесу виготовлення деталі «Вал тихохідний 282.00.05»: вибраний найбільш раціональний спосіб закріплення заготовки, сучасні верстати, різальний та вимірювальний інструмент, розраховані режими різання і норми часу.

В роботі розроблено пристрій з пневматичним приводом для операції 050 «Горизонтально-фрезерна» та операційне налагодження для операції 060 «Вертикально-свердлильна».

Метою роботи є підвищення ефективності механічної обробки стакану за рахунок впровадження, сучасного технологічного оснащення та інструментів, здатних забезпечити якісну обробку заготовки.

Об'єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки деталі «Стакан 22.01.07.102».

Предмет дослідження – операції технологічного процесу механічної обробки деталі «Стакан 22.01.07.102».

МУФТА, СТАКАН, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ОПЕРАЦІЯ, МЕТАЛОРІЗАЛЬНЕ УСТАТКУВАННЯ, РЕЖИМ РІЗАННЯ, НОРМИ ЧАСУ.

## ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі.....	6
Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації	
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі .....	12
3 Визначення типу та форми організації виробництва .....	14
4 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	18
5 Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї .....	20
6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі.....	24
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку .....	26
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки....	28
6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів .....	31
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів.....	33
6.5 Розрахунки режимів різання.....	33
6.6 Технічне нормування операцій.....	40
7 Проектування верстатного пристрою для установлення і закріплення заготовки .....	43
Висновки .....	47
Перелік джерел посилання .....	48
Додаток А	
Додаток Б	
Додаток В	
Додаток Г	

					ТМ 18090057-00 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проектування технологічного процесу виготовлення стакану 22.01.07.102	Літ.	Арк.	Акрушіє	
Розробив	Смик В.І.					4	49		
Перевіриє	Яшина Т.В.								
Н. Контр.	Динник О.Д.								
Затверд.	Залога В.О.								
						КІ СумДУ, ТМ-61			

## ВСТУП

Машинобудування є найважливішою галуззю промисловості. Його продукція – машини різного призначення поставляються всім галузям народного господарства. Зростання промисловості і народного господарства, а також темпи переозброєння їх новою технікою в значній мірі залежать від рівня розвитку машинобудування.

Від прийнятої технології виробництва залежить надійність роботи машин, що випускаються, а також економіка їх експлуатації. Удосконалення технології машинобудування визначається потребами виробництва необхідних суспільству машин. Розвиток нових прогресивних технологічних методів є чинником для конструювання досконаліших машин, зниження їх собівартості та зменшення витрат праці на їх виготовлення.

Науково-технічний прогрес в машинобудуванні в значній мірі визначає розвиток та удосконалення всього народного господарства країни. Важливими умовами прискорення науково-технічного прогресу є ріст продуктивності праці, підвищення ефективності суспільного виробництва та покращення якості виробництва.

Удосконалення технологічних методів виготовлення машин має при цьому першочергове значення. Якість машин, надійність, довголіття та економічність при експлуатації залежить не тільки від удосконалення їх конструкції, але й від технології виробництва. Застосування прогресивних високоефективних методів обробки забезпечує високу точність та якість поверхонь деталей машин, ефективне використання сучасних автоматичних та поточкових ліній електричних обчислюваних машин та іншої нової техніки.

Важливою задачею машинобудування – є зміна структури виробництва з метою підвищення якості характеристик машин та обладнання. Особливе значення надається модернізації самого машинобудування, технічний рівень якого залежить від верстатобудування, приладобудування, електроніки.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

ТМ 18090057-00ПЗ







На хвостовику сервопоршня 21 є циліндричний поясок з отвором, що входить у внутрішню порожнину. При установці сервопоршня в стакан отвір т має збігатися з пазом стакану 5.

Ущільнення між циліндричними поверхнями стакану і сервопоршня здійснюється за допомогою чотирьох розрізних чавунних кілець 4, вставлених в канавку на сервопоршне (по два кільця в одну канавку). Між циліндричною і шестигранною частинами сервопоршня є два отвори, стежучої системи. У хвостовику сервопоршня виконаний з високою точністю циліндричний отвір, в яке встановлюється золотник 19. Порожнина золотника і порожнина евольвентних шліців розділені сферичною заглушкою 20.

Між стаканом і сервопоршнем встановлена пружина 3 сервопоршня. Пружина центрирується (і спирається) з одного боку на сервопоршень, а з іншого боку на втулці 2, яка стопориться замком 1.

Золотник, що входить в циліндричний отвір хвостовика сервопоршня, має робочу частину, виконану з високою точністю, і неробочу, що є упором грузиків 8 чутливого елемента. На робочій циліндричній частині золотника є поясок стежучої системи і два ущільнювальних паска.

Між пояском стежучої системи і першим ущільнюючим пояском зняті чотири лиски з циліндричної частини золотника. Вони служать для підведення масла до стежучої системи і в надпоршневий простір при роботі МВВ.

Внутрішня частина золотника виконана у вигляді ступінчастого отвору. З непрацюючої циліндричної частини золотника у внутрішній порожнині виконані чотири отвори для зливу масла з внутрішньої порожнини золотника в блок-картер двигуна. У малий отвір золотника проходить ось 15 золотника, на якій монтується пружина 16 золотника з втулкою 17 і кульковим підшипником 18.

Упор пружини виконується під втулку 17 і у внутрішній торець золотника 19. Друга сторона осі золотника ввернута в корпус 7 вимірювача швидкості і законтрена від повертання контргайкою.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

ТМ 18090057-00ПЗ



Коли ці сили зрівноважаться, настає рівноважний режим і золотник зупиниться в цьому положенні.

Золотник при своєму переміщенні в положення режиму рівноваги відкриває внутрішньою кромкою «Б», що стежить доступ масла в простір над сервопоршнем. Тиск масла над сервопоршнем зростає і сервопоршень переміститься в бік паливного насоса, долаючи зусилля пружини сервопоршня. Переміщення сервопоршня в сторону насоса триватиме до тих пір, поки зовнішня кромка «А», стежучої системи на золотнику не відчинить злив масла, а внутрішня - закряє доступ масла в надпоршневу порожнину.

Переміщення сервопоршня уздовж осі викличе кутовий зсув кулачкового валу паливного насоса, так як МВВ і вал насоса з'єднуються за допомогою спіральних шліців. Після того, як доступ масла в надпоршневу порожнину припиниться, і частина масла витече через зливні отвори, пружина сервопоршня перемістить сервопоршень вправо і знову відкриє доступ масла в надпоршневу порожнину.

Сервопоршень знову переміститься вліво. Таким чином, стежуча система встановлює сервопоршень весь час близько усталеного положення золотника.

Так як зазор між стежучими пасками золотника і сервопоршня дуже малий, то і переміщення сервопоршня на сталому режимі роботи двигуна також дуже мало.

При зміні швидкісного режиму роботи двигуна буде змінюватися центробіжна сила і грузики вимірювача швидкості будуть займати нове положення, переміщуючи при цьому в нове положення і золотник. Золотник своїми кромками буде відкривати доступ масла на злив або на надходження в надпоршневу порожнину, що викличе переміщення сервопоршня в нове положення [18].

«Стакан 22.01.07.102» (дод. А) призначений для передачі крутного моменту від колінчастого валу до паливного насоса і як базовий елемент, до якого приєднуються, закручуються, вставляються елементи муфти, без яких

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

ТМ 18090057-00ПЗ



## 2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Аналіз робочого креслення деталі «Стакан 22.01.07.102» за [1] показав, що креслення деталі має достатню кількість видів та перерізів, що дають повне уявлення про конструктивні особливості деталі. Їх розташування відповідає вимогам ГОСТ 2.305-2008 «Зображення – види, розміри, перерізи».

Розміри, граничні відхилення, шорсткість та допуски форми та розташування всіх поверхонь проставлені згідно вимог ГОСТ 2.307-2011 «Нанесення розмірів і граничних відхилень», ГОСТ 2.309-73 «Позначення шорсткості поверхонь», ГОСТ 2.308-2011 «Позначення допусків форми та розташування поверхонь», що дає змогу виготовити задану деталь потрібної точності відповідно до її службового призначення.

Надані технічні вимоги на виготовлення деталі, їх нанесення відповідає ГОСТ 2.316-2008 «Правила нанесення написів, технічних вимог і таблиць на графічних документа». Дотриманий порядок заповнення основного напису згідно вимог ГОСТ 2.104-2006 «Основні написи» [6].

Креслення виконане за допомогою графічного редактора і відповідає вимогам ГОСТ 2.052-2006 «Електронна модель виробу. Основні вимоги». Отже, креслення виконане згідно вимог ЄСКД за ГОСТ 2.109-73 «Основні вимоги до креслень».

Деталь «Стакан» відноситься до класу «тіла обертання», порожнисті циліндри.

Матеріал деталі – Сталь 18Х2Н4МА ГОСТ 4543-71 – сталь конструкційна легована високоякісна. У цементованому і поліпшеному стані застосовується для відповідальних деталей, до яких пред'являються вимоги високої міцності, в'язкості і зносостійкості, а також для деталей, що піддаються високим вібраційним і динамічним навантаженням. Сталь може застосовуватися при температурі від -70 до 450 ° С [7].

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

ТМ 18090057-00ПЗ

Хімічний склад та механічні властивості сталі 18X2H4MA наведені в таблицях 2.1 – 2.2 [7].

Таблиця 2.1 – Хімічний склад 18X2H4MA ГОСТ 4543-71

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	Ti	Cu
0.14 - 0.2	0.17 - 0.37	0.25 - 0.55	4 - 4.4	до 0.025	до 0.025	1.35 - 1.65	0.3 - 0.4	до 0.06	до 0.3

Таблиця 2.2 – Механічні властивості 18X2H4MA ГОСТ 4543-71

Состояние поставки, режим термообработки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$ (МПа)	$\sigma_B$ (МПа)	$\delta_5$ (%)	$\psi$ %	КСУ (Дж / см <sup>2</sup> )	НВ (HRC <sub>Э</sub> , не более)
Пруток. Загартування 950 °С, повітря. Загартування 860°С, повітря. Відпуск 200 °С, повітря або мастило. Відпуск 550 °С, повітря або мастило	15	-	835	1130	12	50	98	-

До заданої деталі висуваються наступні вимоги (дод. А):

- 1 Група контролю III по ТТ-11.
- 2 При обробці поверхні I допускається по поверхні Л слід від врізання інструменту глибиною 0,3 тах.
- 3 Допускається на двох, трьох гранях поверхонь Д наявність слідів від протягування.
- 4 Якість поверхонь шестикутника приймати за зразком.
- 5 Допуск паралельності протилежних граней Д шестикутника не більше 0,03 мм на довжині 45 мм.
- 6 Покриття: Хім. Окс. ПЗМ. Допускається відсутність покриття на поверхні Б.
- 7 Таврувати пантографом. Допускається таврування електрохімічним методом.
- 8 Н14, h14, IT14/2.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ТМ 18090057-00ПЗ				











#### 4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Деталь «Стакан 22.01.07.102» відноситься до класу «тіла обертання», порожнисті циліндри. Стакан призначений для передачі крутного моменту від колінчастого валу до паливного насоса і як базовий елемент, до якого приєднуються, закручуються, вславлюються елементи муфти, без яких вона не зможе виконати своє службове призначення.

Технічні вимоги на деталь визначаються як її службовим призначенням, так і функціональним призначенням кожної поверхні.

Основними технічними вимогами до деталі є:

- радіальний биття поверхні З відносно поверхні А 0,05 мм. Ця вимога обґрунтована тим, що стакан щільно розташовується по поверхні в розвалі блок-картера і не має зазору.

- радіальне биття поверхні Д становить 0,05 мм. Це обумовлено тим, що по цій поверхні йде збірка з вимірювачем швидкості.

Всі оброблювані поверхні після кожної операції перевіряються контрольними скобами і калібрами. Для перевірки торцевого і радіального биття, а також для визначення непаралельності використовують контрольні пристосування, оснащені індикаторами. Застосування цих приладів дозволяє визначити похибки виготовлення з досить високою точністю.

Проаналізувавши креслення деталі, можна сказати, що розміри представлені, вірно, квалітети і відхилення відповідають вимогам, шорсткість поверхонь відповідає вимогам призначення поверхонь.

Розглянувши конструкцію стакану, встановлені технологічні і не технологічні елементи, що впливають на виготовлення деталі.

Нетехнологічними елементами є відсутність єдиної вимірювальної бази, що обумовлено специфікою деталі і наявністю великої кількості розмірів, які контролюються. Також до нетехнологічних елементів відносяться:

					ТМ 18090057-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- наявність глухих отворів, з внутрішніми канавками, а також похилих і глибоких отворів з малим діаметром, внаслідок чого потрібно застосовувати спеціальний інструмент і пристосування;

- відсутність канавок для виходу ріжучого інструменту;

- обробка поверхонь проводиться з великим числом переустановок.

До технологічних елементів належить уніфікація розмірів пазів, канавок, перехідних поверхонь та інших елементів деталі, можливість забезпечення одного базування.

Проте конструкція стакану забезпечує можливість обробки всіх необхідних елементів деталі. Конфігурація деталі має зручні і надійні поверхні для установки заготовки в процесі її обробки: отвір, торці та зовнішню циліндричну поверхню, дозволяє застосовувати сучасні та продуктивні методи механічної обробки.

Отже, за аналізом деталі на технологічність, вважаємо, що стакан є технологічним.

					ТМ 18090057-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		





















Таблиця 6.3 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені волі	Найменування баз
1,2,3,4	I, II, IV, VI	Подвійна напрямна база
5	III	Опорна база
6	V	Вакансія

Таблиця 6.4 – Матриця зв'язків

Найменування баз		X	Y	Z
ПНБ	L	0	1	1
	$\alpha$	0	1	1
ОБ	L	1	0	0
	$\alpha$	0	0	0
Вакансія	L	1	0	0
	$\alpha$	0	0	0

Розглянемо перший спосіб базування заготовки – з упором в крайній правий торець (рис 6.2, 6.3). Похибка базування відсутня  $\epsilon = 0$  [2, 4].

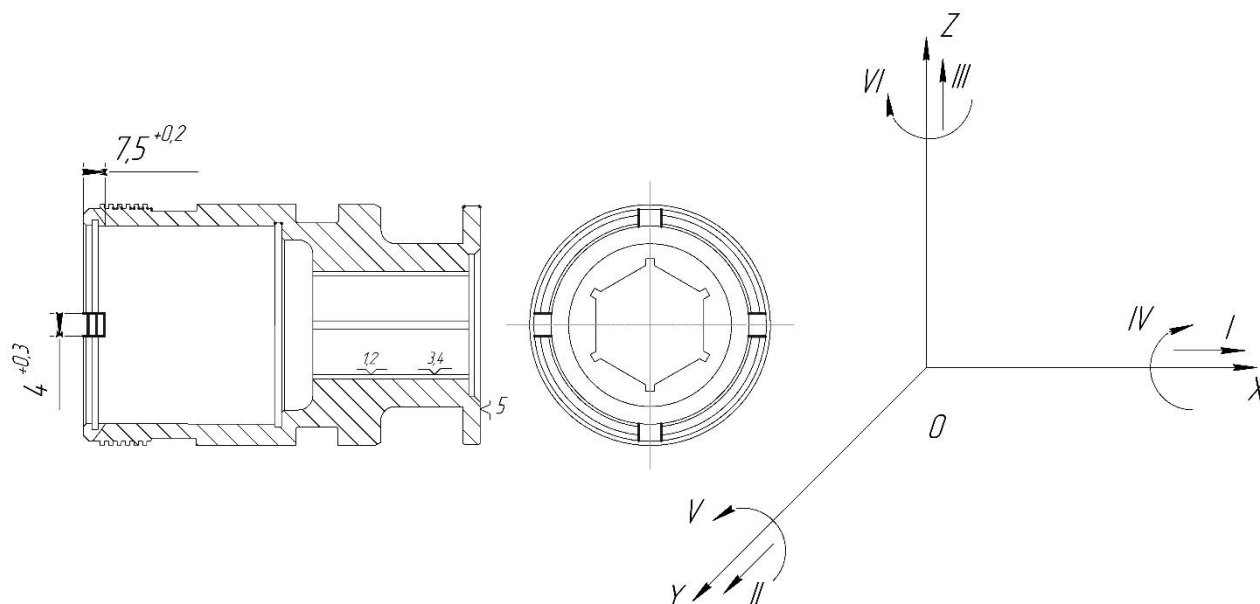


Рисунок 6.2 – Схема базування для операції 050

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ТМ 18090057-00ПЗ				







поперечна в мм/хв, 27-1330

вертикальна в мм/хв, 13-665

Швидкість швидкого поздовжнього переміщення стола в мм/хв, 4000

Потужність головного електродвигуна в кВт, 7,5

Габаритні розміри:

довжина в мм, 2305

ширина в мм, 1950

висота в мм, 2020

Маса (без виносного устаткування) в кг, 3120

На вертикально-свердлувальній операції застосовуємо вертикально-свердлильний верстат 2Н125. Технічні характеристики верстата [16]:

Найбільший діаметр свердління в мм, 25

Відстань від осі шпинделя до лицьового боку станини в мм, 300

Найбільша відстань від торця шпинделя до столу в мм, 750

Найбільший хід шпинделя в мм, 225

Найбільше установче переміщення шпиндельної бабки в мм, 200

Розміри робочої поверхні стола в мм:

довжина, 500

ширина, 450

Найбільше вертикальне переміщення столу в мм, 325

Число швидкостей обертання шпинделя, 9

Найбільше число обертів шпинделя в хвилину, 1100

Найменше число обертів шпинделя в хвилину, 68

Кількість величин подач, 11

Найбільша величина подачі в мм/об, 1,6

Найменша величина подачі в мм/об, 0,115

Потужність головного електродвигуна в кВт, 4,0

					ТМ 18090057-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

#### 6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

В умовах серійного типу виробництва можуть використовуватися універсальні та спеціальні пристосування, різальний та вимірювальний інструмент [5].

На Горизонтально-фрезерній операції вибираємо наступне устаткування [16]: пристосування спеціальне – для закріплення заготовки; різальний інструмент – фреза 2235-0104 Р9 ГОСТ 3964-69; вимірювальний інструмент – шаблон спеціальний; штангенциркуль ШЦ -125-0,1-2 ГОСТ 166-89.

На Вертикально-свердлильній операції вибираємо наступне устаткування [16]: пристосування спеціальний – для закріплення заготовки; різальний інструмент: свердло 2301-3001 Р6М5 ГОСТ 10903-77; свердло 2300-0008 Р6М5 ГОСТ 886-77; свердло 2300-2229 Р6М5 ГОСТ 886-77; вимірювальний інструмент: штангенциркуль ШЦ- -125-0,1-2 ГОСТ 166-89; калібр-пробка 8133-0901 ГОСТ 14810-69; калібр-пробка 8133-0903 ГОСТ 14810-69; калібр-пробка 8133-0910 ГОСТ 14810-69.

#### 6.5 Розрахунки режимів різання

Розраховуємо режими різання на Горизонтально-фрезерну операцію, дані заносимо в табл. 6.5.

На операції відбувається фрезерування паза шириною 4, шлибиною 7 мм.

Визначаємо глибину різання. Шириною 4, глибиною 7,5 мм:  $t = 7,5$  мм

Визначаємо подачу. Приймаємо  $S_z=0,15$  мм/зуб.

Визначаємо період стійкості фрези. Приймаємо  $T = 120$  хв.

Визначаємо швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y V_u Z^p} K_v, \text{ м/хв} \quad (6.1)$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат						

ТМ 18090057-00ПЗ

де  $C_v$ ,  $q$ ,  $m$ ,  $x$ ,  $y$ ,  $u$ ,  $p$  – коефіцієнт та показники степеня на швидкість різання.

Приймаємо  $C_v=68,5$ ;  $y=0,2$ ;  $m=0,20$ ;  $x=0,3$ ;  $q=0,25$ ;  $u=0,1$ ;  $p=0,1$ .

$K_v$  – поправний коефіцієнт на швидкість різання;  $K_v = 0,89$ .

$$V = \frac{68,5 \cdot 100^{0,25}}{120^{0,2} \cdot 7,5^{0,3} \cdot 0,15^{0,20} \cdot 4^0 \cdot 20^{0,1}} \cdot 0,89 = 42,83 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделю за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D}, \text{ об/хв} \quad (6.2)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 42,83}{3,14 \cdot 100} = 136,33 \text{ об/хв}$$

Коректуємо за паспортними даними верстата:  $n_d = 125 \text{ об/хв}$ .

Визначаємо дійсну швидкість головного руху різання за формулою:

$$V = \frac{\pi D n}{1000}, \text{ м/хв} \quad (6.3)$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 125}{1000} = 39 \text{ м/хв}$$

Визначаємо швидкість руху подачі за формулою:

$$V_s = S_z \cdot z \cdot n_d, \text{ мм/хв} \quad (6.4)$$

$$V_s = 0,15 \cdot 20 \cdot 125 = 375 \text{ мм/хв}$$

Коректуємо за паспортними даними верстата:  $V_{sd} = 400 \text{ мм/хв}$ .

Визначаємо дійсну подачу на зуб за формулою:

$$S_{zd} = \frac{V_{zd}}{z \cdot n_d}, \text{ мм/зуб} \quad (6.5)$$

$$S_{zd} = \frac{400}{20 \cdot 125} = 0,16 \text{ мм/зуб}$$

					ТМ 18090057-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



Перевіряємо чи достатня потужність приводу головного руху верстата.  
Необхідно, щоб виконувалася умова:

$$N_e \leq N_{\text{шп}} \quad (6.9)$$

$$N_{\text{пв}} = N_d \cdot \eta, \text{ кВт}$$

де  $N_d$  – потужність верстата за паспортними даними;  $N_d = 7,5$  кВт;  
 $\eta$  – коефіцієнт корисної дії;  $\eta = 0,80$ .

$$N_{\text{шп}} = 7,5 \cdot 0,80 = 6 \text{ кВт}$$

$$0,02 \text{ кВт} < 6 \text{ кВт}$$

Умова виконується, отже обробка можлива.

Визначаємо основний час за формулою:

$$T_{\text{офр}} = \frac{L}{nS_z} \cdot i, \text{ хв} \quad (6.11)$$

де  $L$  – повна довжина обробки, мм.

Довжина обробки визначається за формулою:

$$L = l + l_1, \text{ мм} \quad (6.12)$$

$$L = 7,5 + 0,5 = 8 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{8}{125 \cdot 0,16 \cdot 20} \cdot 1 \cdot 2 = 0,043 \text{ хв}$$

Розраховуємо режими різання на вертикально-свердлильну операцію, [10, 16], дані заносимо в табл. 6.5. Операція складається із свердління трьох різних отворів по черзі.

					ТМ 18090057-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Перехід 1. Свердління отвору. Призначаємо режими різання.

Глибина різання визначається за формулою:

$$t = \frac{D}{2}, \text{ мм} \quad (6.13)$$

де  $D$  – діаметр свердла, мм;

$$t = \frac{10}{2} = 5 \text{ мм}$$

Визначаємо подачу. Приймаємо  $S_{o \text{ табл}} = 0,25$  мм/об. Коректуємо знайдену подачу за паспортними даними верстата:  $S_o = 0,25$  мм/об.

Призначаємо період стійкості свердла. Приймаємо  $T = 25$  хв.

Визначаємо швидкість головного руху різання, що допускається властивостями свердла за формулою:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V, \text{ м/хв} \quad (6.14)$$

де  $C_V, q, y, m$  – відповідно коефіцієнт і показники степенів. При обробці сталі  $C_V = 3,5$ ;  $q = 0,50$ ;  $y = 0,45$ ;  $m = 0,12$ ;

$K_y$  – загальний поправний коефіцієнт на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV}, \quad (6.15)$$

де  $K_{MV}$  – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу.

Для обробки сірого чавуну маємо:

$$K_{mV} = K_r \cdot \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} \quad (6.16)$$

де  $K_r$  – коефіцієнт, що характеризує групу сталі за оброблюваністю  $K_r = 1,0$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

ТМ 18090057-00ПЗ

$\sigma_B$  – межа міцності, МПа;

$n_V$  – показник степеню на швидкість;  $n_V = 0,89$ .

$$K_{mV} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{610}\right)^{0,9} = 1$$

$K_{пV}$  – коефіцієнт, що враховує вплив стану поверхні заготовки матеріалу;

$$K_{пV} = 1,0;$$

$K_{iV}$  – коефіцієнт, що враховує вплив інструментального матеріалу;

$$K_{iV} = 1,0;$$

$$K_V = 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,89$$

$$V = \frac{3,5 \cdot 10^{0,50}}{250^{1,2} \cdot 0,25^{0,45}} \cdot 0,89 = 12,49 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання свердла за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot 12,49}{3,14 \cdot 10} = 397,57 \text{ об/хв}$$

Коректуємо за паспортними даними верстата  $n_d = 355$  об/хв.

Визначаємо дійсну швидкість головного руху різання за формулою:

$$V = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 355}{1000} = 11 \text{ м/хв}$$

Визначаємо крутний момент від сил опору різанню при свердлінні за формулою:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot t^x \cdot S_o^y \cdot K_p, \quad (6.17) \quad \text{де}$$

$C_M, q, y$  – коефіцієнт та показники степенів, що враховують фактичні умови різання;  $C_M = 0,041$ ;  $q = 2,0$ ;  $y = 0,7$ .

$K_p$  – коефіцієнт, що враховує фактичні умови обробки;  $K_p = 1,098$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,041 \cdot 10^{1,0} \cdot 0,25^{0,7} \cdot 1,098 = 17,058 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

					ТМ 18090057-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



Визначаємо потужність, що витрачається на різання за формулою:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}, \text{кВт} \quad (6.18)$$
$$N_e = \frac{17,058 \cdot 355}{9750} = 0,62 \text{ кВт}$$

Перевіряємо чи достатня потужність приводу головного руху верстата.  
Необхідно, щоб виконувалася умова:

$$N_{пв} = 2,2 \cdot 0,8 = 1,76 \text{ кВт}$$

$$0,62 < 1,76$$

Отже обробка можлива.

Визначаємо основний час за формулою:

$$T_{осв} = \frac{L}{S_o \cdot n_d}, \text{хв} \quad (6.19)$$

де  $L$  – довжина робочого ходу свердла, мм;

$$L = l + y + \Delta, \text{мм} \quad (6.20)$$

де  $y$  – врізання свердла, мм;  $y = 0,4D = 4$  мм;

$\Delta$  – перебіг свердла, мм;  $\Delta = 2,5$  мм.

$$L = 5 + 4 + 2,5 = 11,5 \text{ мм}$$

$$T_{осв1} = \frac{11,5}{0,25 \cdot 300} \cdot 1 = 0,129 \text{ хв}$$

Для інших переходів режими різання знаходимо за нормативами. Дані заносимо до таблиці 6.5.

					ТМ 18090057-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



Підготовчо-заклучний час визначаємо, враховуючи час на наладку верстата, пристосування та інструменту та додаткові прийоми.

Визначаємо штучний час на операцію за формулою:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} \cdot \left(1 + \frac{a_{\text{орг}} + a_{\text{відп}}}{100}\right), \text{ хв} \quad (6.22)$$

де  $T_{\text{оп}}$  – операційний час, хв.;

$a_{\text{орг}}$  – витрати часу на технічне обслуговування робочого місця, %;

$a_{\text{відп}}$  – витрати часу на відпочинок та особисті потреби, %.

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{o}} + T_{\text{д}}, \text{ хв} \quad (6.23)$$

де  $T_{\text{o}}$  – основний час на операцію, хв.;

$T_{\text{д}}$  – допоміжний час на операцію, хв.;

$$T_{\text{д}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{пк}} + T_{\text{вим}}, \text{ хв} \quad (6.24)$$

де  $T_{\text{уст}}$  – час на установку та зняття деталі, хв.;

$T_{\text{пк}}$  – час на прийоми керування, хв.;

$T_{\text{вим}}$  – час на вимірювання, хв.

Нормування горизонтально-фрезерної операції .

Визначаємо допоміжний час за формулою:

$$T_{\text{д}} = 0,01 + 0,02 + 0,03 + 0,03 + 0,179 = 0,36 \text{ хв}$$

Визначаємо операційний час за формулою:

$$T_{\text{оп}} = 0,043 + 0,36 = 0,403 \text{ хв}$$

Визначаємо штучний час за формулою:

$$T_{\text{шт}} = 0,403 \cdot \left(1 + \frac{5 + 8}{100}\right) = 0,46 \text{ хв}$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

ТМ 18090057-00ПЗ

Підготовчо-заключний час визначаємо за враховуючи час на наладку верстата, пристосування та інструменту та додаткові прийоми,  $t_{пз}=20$  хв [3].

$$T_{шт-шк} = \frac{20}{60} + 0,46 = 0,79 \text{ хв}$$

Нормування вертикально-свердлильної операції.

Визначаємо допоміжний час за формулою:

$$T_d = 0,35 + 0,06 + 0,09 + 0,09 + 0,20 = 0,79 \text{ хв}$$

Визначаємо операційний час за формулою:

$$T_{оп} = 0,87 + 0,79 = 1,66 \text{ хв}$$

Визначаємо штучний час за формулою:

$$T_{шт} = 1,66 \cdot \left(1 + \frac{5 + 8}{100}\right) = 1,88 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час визначаємо за враховуючи час на наладку верстата, пристосування та інструменту та додаткові прийоми,  $t_{пз}=25$  хв [3].

$$T_{шт-шк} = \frac{25}{60} + 1,88 = 2,3 \text{ хв}$$

					ТМ 18090057-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## 7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ УСТАНОВЛЕННЯ І ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ

Для високої якості обробки деталі особливе значення має правильний вибір конструкції пристосування. Необхідно спроектувати пристосування на горизонтально-фрезерну операцію. На даній операції фрезеруються взаємно перпендикулярні пази.

Використання цього пристосування сприяє підвищенню продуктивності і точності обробки, полегшення умов праці, розширення технологічних можливостей обладнання, підвищення безпеки роботи [5].

Необхідно спроектувати спеціальне пристосування за методикою, викладеною в [2, 4] для фрезерування пазів шириною  $b = 4^{+0,3}$ , глибиною  $7,5^{+0,2}$  мм. Шорсткість пазів  $Ra = 10$  мкм.

Точність форми та розміщення поверхонь.

Конструктором не задано точність форми та розміщення отриманих поверхонь, тому виконуємо їх відповідно до ГОСТ 24643-81.

Виявлення кількісних та якісних даних про заготовку.

До горизонтально-фрезерної операції на заготовці були підготовлені чистові бази: торці ( $140_{-0,26}$  мм); шліцьовий отвір ( $49,5_{-0,34}$  мм); зовнішня поверхня ( $\varnothing 72_{-0,74}$  мм). Точність форми зовнішньої поверхні: відхилення від радіального биття  $0,05$  мм відносно бази Д, інших поверхонь – не зазначено.

Шорсткість базових поверхонь –  $Ra 3,2$  мкм.

Верстат має систему охолодження. Стружка видаляється з зони різання, стола верстата при виключеному обладнанні. Захисний кожух не дозволить в процесі обробки розлітатися стружці та охолоджуючій рідині.

Робоча температура навколишнього середовища  $t = 20^{\circ} \pm 5^{\circ}C$ , відносна вологість повітря 80%, атмосферний тиск  $P_{ат} = 86 \dots 106$  кПа, швидкість руху повітря –  $0,5$  м/с, частота вібрації, виниклих в результаті роботи обладнання в цеху  $f = 20-30$  Гц, освітлення приміщення (місцеве освітлення) 1500 Люкс [2].

					ТМ 18090057-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Складання переліку виконуваних функцій [4].

Даний перелік функцій дозволяє попередньо ознайомитись з об'ємом робіт по використанню пристосування та зробити аналіз функцій: 0 – Переміщення та попередня орієнтація пристосування; 1 – Базування заготовки; 2 – Закріплення заготовки; 3 – Базування пристосування на верстаті; 4 – Закріплення пристосування на верстаті; 5 – Підвід та відвід енергоносіїв; 6 – Утворення сили для закріплення; 7 – Управління енергоносіями; 8 – Обробка заготовки; 9 – Досягнення безпечних умов праці; 10 – Об'єднання функціональних вузлів.

Розрахунок затискного пристрою (рис. 7.1) [2].

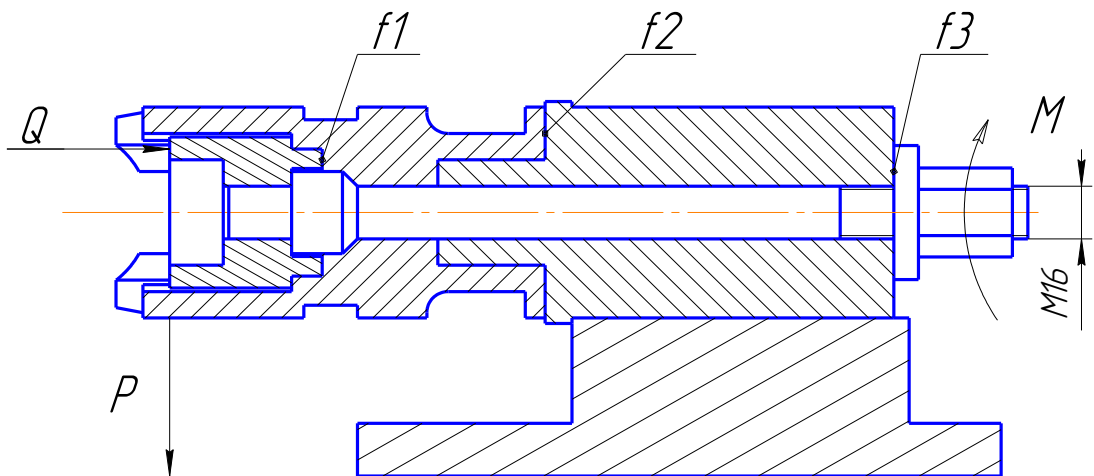


Рисунок 7.1 – Схема дії сил пристосування

Зусилля затиску визначаємо за формулою:

$$Q = \frac{k \cdot P}{f_1 + f_2 + f_3} \quad (7.1)$$

де  $Q$  - розрахункова величина зусилля затиску заготовки, Н;

$k$  - коефіцієнт запасу.

Коефіцієнт запасу визначається за формулою:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \quad (7.2)$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ТМ 18090057-00ПЗ				

де  $k_0$  - номінальний запас для всіх випадків, рівний - 1,5;

$k_1$  - вплив випадкових нерівностей оброблюваної поверхні: чистова обробка - 1,0;

$k_2$  - вплив зносу і затуплення ріжучого інструменту - 1,0 ... 1,9;

$k_3$  - переривчастий характер різання - 1,2;

$k_4$  - сталість створюваних затискних пристроєм зусиль: закріплення вручну - 1,3; закріплення від стороннього джерела енергії, якщо допуск на розмір заготовки не впливає на затискну силу - 1,0;

$k_5$  - зручність розташування рукоятки при закріпленні вручну: зручне положення, малий кут повороту рукоятки - 1,0; незручне становище або великий кут повороту (більше 90 °) - 1,2;

$k_6$  - враховується при наявності моментів, що прагнуть повернути заготовку на базовій поверхні: опори з обмеженою поверхнею - 1,0; установка на планки і інші елементи з великою поверхнею контакту - 1,5.

$$k=1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,5=4,212$$

$f$  - коефіцієнт тертя на поверхні заготовки;  $f = 0,05$ ;

$P$  - зусилля різання, Н;  $P = 23,48$ Н;

$$Q = \frac{4,212 \cdot 23,48}{0,05 + 0,05 + 0,05} = 659,32 \text{ Н.}$$

$$M = 0,001 \cdot r_{cp} \cdot Q \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho) + M_{тр} \quad (7.3)$$

де  $r_{cp}$ -середній радіус різблення, мм;

$\alpha$ -кут підйому різьби;

$\rho$ -кут тертя в різьбі;

$M$ -момент тертя на опорному торці гайки, мм;

$d_1$ -діаметр валу, мм

$$M=0,001 \cdot 7,305 \cdot 659,32 \cdot \operatorname{tg}(60+2,862)+0,53=9,92 \text{ Нм}$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

ТМ 18090057-00ПЗ

$$M_{mp} = \frac{1}{3} \cdot 10^{-3} \cdot Q \cdot f \cdot d_1 \quad (7.4)$$

$$M_{mp} = \frac{1}{3} \cdot 10^{-3} \cdot 659,32 \cdot 0,15 \cdot 16 = 0,53$$

Базовою деталлю є стакан, в якому закріплена втулка поз.7, а в ній втулка поз.6 (рис. 7.1). На втулку поз.6 встановлюється центровик поз.9, який фіксується штифтом поз.21 і гвинтом поз.13, після чого в центровиків поз.6 встановлюється вал поз.5. Заготівка встановлюється на центровик поз.9, базуючись по шестиграннику і фіксується запірної втулкою поз.8. Після чого в пневмоциліндр подається повітря і остаточно фіксує заготовку. Фреза виставляється по установу поз.16, який закріплений на корпусі пристосування гвинтом і штифтом поз.20.

Пристосування встановлюється на стіл верстата, базуючись по шпонці поз.17 і фіксується болтами поз.13. За допомогою ручки поз.10 повертаємо ексцентрик поз.12, фіксуючи положення заготовки. Для зміни положення заготовки на 90° звільняється упор, повертається втулка і знову фіксується ексцентриком.

					ТМ 18090057-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



## ВИСНОВКИ

Під час виконання бакалаврської роботи був виконаний наступний обсяг роботи:

- проведено аналіз службового призначення автоматичної муфти кута випередження вприскування. Виконано опис конструктивних особливостей стакану та умов його експлуатації. Проведено аналіз технічних вимог на виготовлення.

- встановлено, що тип виробництва дрібносерійний;

- проаналізовано деталь на технологічність;

- проведено техніко-економічні розрахунки оптимального варіанта виготовлення заготовки і прийнято заготовку, отриману на КГШП.

У процесі виконання роботи було докладно розроблено дві операції: горизонтально-фрезерну та вертикально-свердлильну: обрані найбільш раціональні схеми базування, металорізальне обладнання, верстатне технологічне оснащення; проведений розрахунок режимів різання та технічне нормування операцій.

Розраховане і спроектоване спеціальне пристосування для горизонтально-фрезерної операції та розроблена карта наладки на вертикально-свердлильну операцію.

					ТМ 18090057-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1 Анализ технических требований, выявление технологических задач, возникающих при изготовлении деталей, и технологический анализ конструкций / Под ред. А.Г. Косиловой. – М.: МВТУ, 1982. – 36 с.

2 Ансеров, М. А. Приспособления для металлорежущих станков / М. А. Ансеров. – М.; Л.: Машиностроение, 1964. – 652 с.

3 Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – Минск: «Высшая школа», 1983. – 256 с., ил.

4 Горошкин, А. К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник / А. К. Горошкин. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – 303 с.

5 Егоров, М. Е. Технология машиностроения / М. Е. Егоров, В. И. Дементьев, В. Л. Дмитриев. Под ред. М. Е. Егорова. – Изд. 2-е и доп. – М.: Высшая школа, 1976. – 534 с.

6 Колесов, И. М. Служебное назначение изделия и технические условия / И. М. Колесов. – М.: Знание, 1977. – 64 с.

7 Машиностроение. Энциклопедия / Ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. Сталь и чугуны. Т. II-2 / Г.Г. Мухин, А.И. Беляков, Н.Н. Александров и др.; Под общ. ред. О.А. Банных и Н.Н. Александрова. – М.: «Машиностроение», 2001. – 784 с., ил.

8 Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування: у 2 частинах. – Ч. 1. Загальні відомості / укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов.–Суми : Сумський державний університет, 2011.–55 с.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

ТМ 18090057-00ПЗ



19 Основи охорони праці: Підручник. 21ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. — К.: Основа, 2006 — 448 с.

					ТМ 18090057-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



## ДОДАТОК Б Розрахунок припуску

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА для S <sub>мк</sub> , группа – ТМ-61										
Расчетные значения			Принятые значения, мм							
припуск, мкм		расчетный размер, мм	расчетный размер	номинальный размер с предельными отклонениями	предельный размер		припуск, мкм			
миним	расч.				минимальный	максимальный	миним	расч.	макс	
–	–	64.634	64.6	64.6	+1.900 0	64.6	66.5	–	–	–
2366	4266	68.909	68.9	68.9	+0.300 0	68.9	69.2	2400	4300	4600
451	751	69.66	69.66	69.66	+0.120 0	69.66	69.780	460	760	880
220	340	70	70	70	+0.042 0	70	70.042	220	340	382

<Enter> – продолжение работы
<Esc> – возврат

## ДОДАТОК В Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

Класифікація приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом

Відповідно до ПУЕ, приміщення за небезпекою електротравм поділяються на три категорії:

- без підвищеної небезпеки;
- з підвищеною небезпекою
- особливо небезпечні;

Категорія приміщення визначається наявністю в приміщенні чинників підвищеної або особливої небезпеки електротравм.

До чинників підвищеної небезпеки відносяться:

- ◆ температура в приміщенні, що впродовж доби перевищує 35оС;
- ◆ відносна вологість більше 75%, але менше насичення;
- ◆ струмопровідна підлога — металева, бетонна, цегляна, земляна тощо;
- ◆ струмопровідний пил;
- ◆ можливість одночасного доторкання людини до неструмовідних частин електроустановки і до металоконструкцій, що мають контакт з землею.

До чинників особливої небезпеки електротравм відносяться:

- відносна вологість, близька до насичення (до 100%);
- агресивне середовище, що порушує ізоляцію.

Якщо в приміщенні відсутні чинники підвищеної і особливої небезпеки, то воно відноситься до приміщень без підвищеної небезпеки електротравм.

При наявності в приміщенні одного з чинників підвищеної небезпеки, таке приміщення відноситься до приміщень підвищеної небезпеки електротравм.

При наявності в приміщенні одночасно двох чинників підвищеної небезпеки або одного чинника особливої небезпеки, приміщення вважається особливо небезпечним.

З наведеного видно, що класифікація приміщень за небезпекою електротравм враховує тільки особливості цих приміщень, стан їх середовища і не враховує електротехнічних параметрів електроустановок.

Категорія приміщень є одним з основних чинників, які визначають вимоги щодо виконання електроустановок, безпечної їх експлуатації, величини напруги, заземлення (занулення) електроустановок. Умови поза приміщеннями прирівнюються до особливо небезпечних [19].





