

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 253.11.45

Виконав: студент IV курсу, групи ТМ-61к

напряму підготовки (спеціальності)

131 Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Куштурний М.В.

(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 253.11.45**

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Спеціальність – 131 Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

Студент

Куштурний М.В.

Керівник

Яшина Т.В.

Нормоконтроль

Динник О.Д.

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

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри технології  
машинобудування, верстатів  
та інструментів

\_\_\_\_\_ В.О.Залога

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА**

***Куштурний Максим Володимирович***

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проектування технологічного процесу виготовлення стакану 253.11.45

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 253.11.45»*

*Річний обсяг випуску деталей – 3500 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)

Куштурний М.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Яшина Т.В.

(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра: 59 с., 9 рис., 16 табл., 22 джерела.

В роботі проведено аналіз службового призначення токарного верстата з ЧПК 1В340Ф30, у вузол датчика якого входить задана деталь, проаналізовані конструктивні особливості стакану; технічні вимоги, що пред'являються до деталі; тип виробництва та спосіб отримання заготовки.

Запропоновано вдосконалення технологічного процесу виготовлення деталі «Стакан 253.11.45»: 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 свердлильної з ЧПК операції та операційне налагодження для торцекруглошліфувальної операції.

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 253.11.45».

ВЕРСТАТА З ЧПК, 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 .....	11
3 Визначення типу та форми організації виробництва .....	13
4 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	17
5 Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї .....	19
6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі.....	24
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку .....	27
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки.....	29
6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів .....	34
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів .....	35
6.5 Розрахунки режимів різання .....	36
6.6 Технічне нормування операцій.....	41
7 Проектування верстатного пристрою для установлення і закріплення заготовки .....	44
Висновки .....	48
Перелік джерел посилання .....	49
Додаток А	
Додаток Б	
Додаток В	
Додаток Г	

## ВСТУП

Підвищення виробництва досягається розподілом праці та спеціалізацією виробництва, насамперед, на базі функціонального підходу до проектування та виробництва техніки. Важливою рисою моделі машинобудування в сучасних умовах повинно бути поєднання високо спеціалізованого виробництва функціональних вузлів та деталей техніки з сумлінними, культурним та кваліфікованим рівнем розробки технічних пристроїв.

Основні завдання, що стоять на даному етапі переходу економіки нашої країни до ринкових відносин, є: недопущення спаду об'єму випуску товарної продукції; підвищення частки товарів народного використання в об'ємі випуску товарної продукції; перехід на нові методи ведення господарства, в тому числі приватизація трудовими колективами малих та середніх підприємств; підвищення продуктивності праці за рахунок зміни відношення людей до праці, використання нового обладнання та нових технологій, що розвиваються по кооперації з розвиненими країнами; переорієнтація економіки на нові ринки збуту і як наслідок освоєння випуску нової продукції, яка відповідає світовим стандартам; перехід на міжнародну систему ISO загального машинобудування.

Вітчизняне машинобудування недостатньо забезпечене високоякісним інструментом, оснасткою, прогресивними швидкодіючими пристроями. В подальшому необхідно забезпечити значно випереджаючі темпи розвитку на Україні спеціалізованого виробництва інструментів та технологічної оснастки.

Головне завдання сучасного періоду полягає в тому, щоб не допустити розпад економіки, розпаду заводів, розриву зав'язків між підприємствами, подолати спад виробництва.

					ТМ 17090026-00 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Куштурний М.</i>			<i>Проектування технологічного процесу виготовлення стакану</i> 253.11.45	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевіриє</i>		<i>Яшина Т.В.</i>					4	59
<i>Н. Контр.</i>		<i>Динник О.Д.</i>			<i>КІ СумДУ, ТМ-61</i>			
<i>Затверд.</i>		<i>Залога В.О.</i>						

# 1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА, ДЕТАЛІ. ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ ТА УМОВ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Верстат токарно-револьверний з вертикальною інструментальною головкою на хрестовому супорті мод. 1В340Ф30 (рис.1.1) призначений для токарної обробки деталей з прямолінійним, ступінчастим і криволінійним профілем з прутка в автоматичному циклі і з штучних заготовок - в напівавтоматичному циклі в умовах серійного і дрібносерійного виробництва. На ньому можна виконувати обточування, розточування, проточку канавок, підрізання торців, свердління, зенкування, розгортання, нарізання різьби плашками і мітчиками, а також різцем за програмою [18].



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд верстата 1В340Ф30

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

ТМ 17090026-00ПЗ



Принцип роботи та особливості конструкції верстата [18].

Восьмипозиційна револьверна головка на хрестовому супорті в поєднанні з однокоординатним поперечним гідروفікованим супортом забезпечує високі технологічні можливості верстата, фіксується за допомогою зубчастих напівмуфт і управляється гідравлікою.

Поздовжнє і поперечне переміщення здійснюються високомоментними двигунами постійного струму через кулькові гвинтові пари. Верстат оснащений оперативною системою управління типу «Електроніка НЦ-31».

Верстат виготовляється в двох виконаннях:

для обробки пруткових матеріалів діаметром до 40 мм

для обробки штучних заготовок діаметром до 200 мм.

Затиск і подача прутків, а також затиск штучних заготовок здійснюються гідравлічним механізмом затиску і подачі прутка.

У верстаті реалізована можливість швидкого переналагодження з пруткового виконання для обробки пруткових матеріалів і в патроні для обробки штучних заготовок, що значно розширює його технічні можливості.

Затиск і подача прутків, а також затиск штучних заготовок виробляються гідравлічним механізмом затиску і подачі прутка.

Найбільше допустиме коливання діаметра прутка  $\pm 1$  мм, штучних заготовок  $\pm 3$  мм.

Верстат забезпечує точність обробки виробів по 8 квалітету з шорсткістю поверхонь Ra 2,5 мкм. Основні переваги верстата:

- конструкція восьмипозиційної револьверної головки забезпечує високу жорсткість (фіксація головки на пласкі зубчасті колеса) і високу швидкодію;
- наявність гідравлічного відрізного супорта дозволяє поєднувати операцію відрізки або прорезки канавок з іншими операціями при обробці деталі;
- обробка деталей з прутка в автоматичному циклі;
- широкий діапазон нарізають різьблень, включаючи багатозахідні;

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ТМ 17090026-00ПЗ				



Шпиндельна бабка встановлюється на горизонтальній площині станини і жорстко кріпиться болтами. Базування вузла на «зуб», розташованій у вертикальній площині, яка проходить через вісь шпинделя, виключає виникання температурних зміщень осі шпинделю в горизонтальній площині.

Основним елементом шпиндельної бабки є шпиндель 4, змонтований на роликовому дворядному підшипнику 5 і радіально-упорному 2. Осьові зусилля сприймаються упорним підшипником 8.

На шпиндель встановлюється мастильнопідводна втулка 11 і втулка 12, через отвори якої здійснюється підвід мастила до циліндра затиску [19].

«Стакан 253.11.45» (дод. А) входить у вузол датчика токарного верстату з ЧПК 1В340Ф30. Через отвір  $\varnothing 40H7$  проходить вал датчика. Поверхнею  $\varnothing 70h6$  стакан встановлюється на корпус шпиндельної бабки і кріпиться до неї чотирма болтами М6. В отвір  $\varnothing 70H7$  встановлюється датчик різьбонарізання і кріпиться до стакана чотирма болтами М6. Канавки Б та В являються технологічними і слугують для виходу шліфувального круга. Камера  $\varnothing 41$  призначена для полегшення шліфування [19].

Деталь має такі поверхні (рис. 1.2) [5]: основна конструкторська база, визначає положення даної деталі у виробі; допоміжна конструкторська база, визначає положення деталей, що приєднуються відносно даної; виконавча поверхня, яка виконує службове призначення даного виробу; вільні поверхні, не торкаються поверхонь інших деталей, та призначені для з'єднання основних, допоміжних та виконавчих поверхонь між собою. Для зручності складемо таблицю (табл. 1.1).

					ТМ 17090026-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



## 2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Аналіз робочого креслення деталі «Стакан 253.11.45» 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 – сталі 45 ГОСТ 1050-88 – конструкційна вуглецева якісна сталь. Застосовується для виготовлення деталей, які піддаються нормалізуванню, поліпшенню, поверхневій термообробці, від яких потрібна підвищена міцність [7].

Хімічний склад та механічні властивості сталі 45 ГОСТ 1050-88 наведені в таблицях 2.1 – 2.2 [7].

					ТМ 17090026-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



### 3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ОРГАНІЗАЦІЙНИХ УМОВ РОБОТИ

За ГОСТ 3.1108-74 тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операцій  $K_{30}$  [3], який визначається за формулою:

$$K_{30} = \frac{\sum_{i=1}^n O_i}{\sum_{i=1}^n P_i}, \quad (3.1)$$

де  $\Sigma O$  – сумарна кількість операцій;

$\Sigma P$  – сумарна кількість робочих місць.

Таблиця 3.1 – Визначення типу виробництва

№ операції	Операція	$T_{ш-к}$	$m_p$	P	$n_{зф}$	O
005	Токарна програмна	2,57	0,05	1	0,05	17
010	Токарна програмна	2,37	0,04	1	0,04	18
015	Свердлильна програмна	1,36	0,03	1	0,03	32
020	Свердлильна програмна	1,86	0,03	1	0,03	23
025	Фрезерна	5,30	0,10	1	0,10	8
030	Внутрішньошліфувальна	1,31	0,02	1	0,02	33
035	Внутрішньошліфувальна	2,47	0,05	1	0,05	18
040	Круглошліфувальна	2,85	0,05	1	0,05	15
045	Внутрішньошліфувальна	2,44	0,05	1	0,05	18
050	Круглошліфувальна	1,40	0,03	1	0,03	31
055	Внутрішньошліфувальна	2,54	0,05	1	0,05	17
	Разом	26,47	-	11	-	230

					ТМ 17090026-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		









#### 4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Деталь «Стакан 253.11.45» входить у вузол датчика токарного верстату з ЧПК 1В340Ф30. Через отвір  $\varnothing 40H7$  проходить вал датчика. Поверхнею  $\varnothing 70h6$  стакан встановлюється на корпус шпиндельної бабки і кріпиться до неї чотирма болтами М6. В отвір  $\varnothing 70H7$  встановлюється датчик різьбонарізання і кріпиться до стакана чотирма болтами М6. Канавки Б та В являються технологічними і слугують для виходу шліфувального круга. Камера  $\varnothing 41$  призначена для полегшення шліфування.

Стакан відноситься до класу «тіла обертання», порожнисті циліндри і має конфігурацію середньої важкості.

Деталь виготовлена із конструкційної якісної сталі 45 ГОСТ 1050-88, яка містить 0,45 % вуглецю і добре обробляється.

Конструкція деталі та її матеріал дозволяють застосовувати прогресивні методи отримання заготовки (штампування), що скорочують об'єм механічної обробки. Передбачена можливість зручного підводу різального інструменту в зону обробки, а також – канавки для відводу інструменту.

Всі оброблювані поверхні, з точки зору точності та чистоти, не представляють технологічних труднощів. Конструкція стакану забезпечує можливість обробки всіх необхідних елементів деталі та не вимагає застосування дорогих, важких та трудомістких фінішних операцій.

Деталь є достатньо жорсткою в осьовому та радіальному напрямках. Стакан має гарні базові поверхні: центральний отвір, торці та зовнішню циліндричну поверхню. Тобто конфігурація деталі має зручні і надійні поверхні для установки заготовки в процесі її обробки, дозволяє застосовувати сучасні та продуктивні методи механічної обробки, а також прості контрольно-вимірювальні інструменти та пристосування. Конструктивні елементи деталі уніфіковані по кожному з видів, що дозволяє скоротити номенклатуру оснащення.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

ТМ 17090026-00ПЗ

Деталь має відповідальні робочі поверхні: зовнішня поверхня діаметром  $\varnothing 70h6$  та внутрішня – діаметром  $\varnothing 70H7$  мм та  $\varnothing 40H7$  мм. Крім того стакан має два квадратні фланці зі стороною 76 мм. Для надійного закріплення деталі, на одному фланці є чотири отвори  $\varnothing 6,6$  мм, а на іншому, для закріплення датчика різьбонарізання, є чотири отвори М6-7H мм, розташованих співвісно до отворів  $\varnothing 6,6$  мм. Допуски призначені тільки на поверхні сполучення.

Шорсткість поверхонь деталі відповідає квалітетам точності розмірів цих поверхонь. Допуски призначені тільки на поверхні сполучення. До робочої поверхні пред'являються високі вимоги точності і якості поверхні. Шорсткість робочих поверхонь Ra 1,25 мкм. Пред'явлена вимога радіального биття до зовнішньої поверхні  $\varnothing 70h6$  та внутрішньої  $\varnothing 70H7$  не більше 0,03 мм щодо внутрішньої робочої поверхні деталі.

До торців фланця стакану пред'явлена вимога перпендикулярності не більше 0,02 мм щодо внутрішньої робочої поверхні. Всі інші поверхні виконані по 14 квалітету точності з шорсткістю Ra 6,3 мкм. Всі ці вимоги необхідно врахувати при проектуванні технологічного процесу.

Всі поверхні деталі доступні для обробки на металорізальних верстатах і виміру. Не технологічними є кутові канавки, які потребують спеціальний ріжучий інструмент. Всі розміри деталі, в основному, уніфіковані і не потребують великої кількості ріжучого інструменту. При обробці можуть бути використані типові техпроцеси.

Проведений аналіз дозволяє зробити висновок, що дана деталь технологічна.

					ТМ 17090026-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## 5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

Від обґрунтованого вибору заготовок в першу чергу залежать витрати матеріалів на виробництво продукції, трудомісткість і тривалість циклу виготовлення, якість деталі і, в кінцевому підсумку, її собівартість. Від заготовки залежить також можливість автоматизації обробки деталі [5].

Метод отримання заготовок визначається призначенням і конструкцією деталі, матеріалом, технічними вимогами, масштабом і серійністю випуску, а також економічністю виготовлення. При виборі способу отримання заготовок необхідно прагнути до максимального наближення форми і розмірів заготовки до готової деталі. Остаточний варіант приймемо після економічного розрахунку собівартості за двома вибраними методами [3].

Розглянемо перший метод отримання заготовки – штампування на КГШП.

За [17] клас точності – Т2. Група сталі – М2. Ступінь складності визначається з відношення:

$$C = \frac{M_{ш}}{M_{ф}}, \quad (5.1)$$

де  $M_{ш}$  – орієнтовна маса штамповки, кг;

$M_{ф}$  – маса фігури, в яку можна вписати штамповану заготовку, кг.

Орієнтовна маса штамповки визначається за формулою:

$$M_{ш} = M_{д} \cdot K_p, \text{ кг} \quad (5.2)$$

де  $K_p$  – коефіцієнт для визначення орієнтовної маси штамповки;  $K_p = 1,5$ .

$$M_{ш} = 2,0 \cdot 1,5 = 3 \text{ кг} \quad (5.3)$$

					ТМ 17090026-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



Виконуємо ескіз заготовки (рис. 5.1).

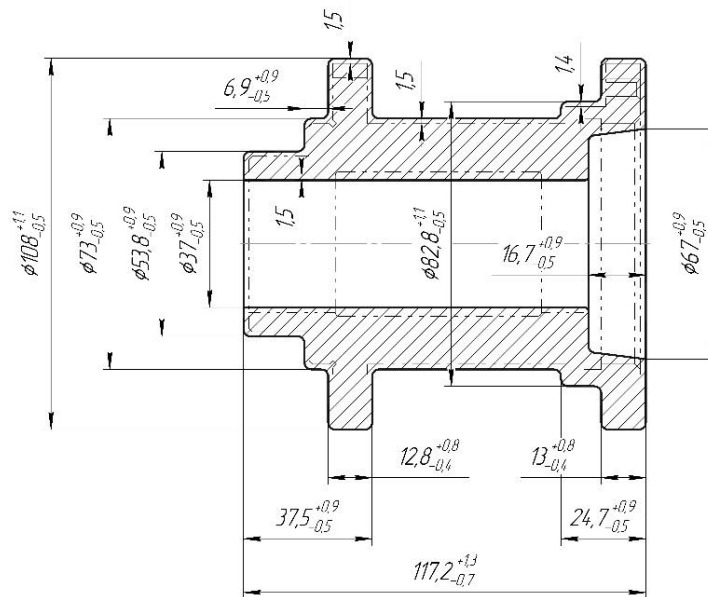


Рисунок 5.1– Ескіз заготовки

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу [3]:

$$K_{\text{вм}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_{\text{з}}}, \quad (5.6)$$

де  $M_{\text{д}}$  – маса деталі, кг;

$M_{\text{з}}$  – маса заготівки, кг.

Визначаємо масу заготівки за формулою:

$$M_{\text{з}} = V_{\text{заг}} \cdot \gamma, \text{ кг} \quad (5.7)$$

де  $V_{\text{заг}}$  – загальний об'єм, який визначимо як об'єм тору;

$\gamma$  – густина сталі;  $\gamma = 7,8 \times 10^{-6} \text{ кг} \times \text{мм}^3$ ;

$$V_{\text{заг}} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 - V_5 - V_6 \quad (5.8)$$

$$V_{\text{заг}} = \frac{\pi D_1^2 l_1}{4} + \frac{\pi D_2^2 l_2}{4} + \frac{\pi D_3^2 l_3}{4} + \frac{\pi D_4^2 l_4}{4} - \frac{\pi D_5^2 l_5}{4} - \frac{\pi D_6^2 l_6}{4}, \text{ мм}^3$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ТМ 17090026-00ПЗ				

$$V_{\text{заг}} = \frac{3,14 \cdot 53,8^2 \cdot 17,8}{4} + \frac{3,14 \cdot 73^2 \cdot 6,9}{4} + \frac{3,14 \cdot 108^2 \cdot 12,8 \cdot 2}{4} + \frac{3,14 \cdot 73^2 \cdot 55}{4} + \frac{3,14 \cdot 82,8^2 \cdot 13}{4} - \frac{3,14 \cdot 37^2 \cdot 100,5}{4} - \frac{3,14 \cdot 67^2 \cdot 16,7}{4} = 603752 \text{ мм}^3$$

$$M_3 = 603752 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 3,3 \text{ кг}$$

Тоді коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{вм}} = \frac{2}{3,3} = 0,61$$

Визначаємо собівартість заготовки-поковки за формулою [3], с.31:

$$S_{\text{заг}} = (S_{\text{м}} \cdot M_3 \cdot K_{\text{т}} \cdot K_{\text{с}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{м}} \cdot K_{\text{п}}) - (M_3 - M_{\text{д}}) \cdot S_{\text{відх}}, \text{ грн.}, \quad (5.9)$$

де  $S_{\text{м}}$  – базова вартість 1 кг заготовки,  $S_{\text{м}} = 54 \text{ грн./кг}$ ;

$S_{\text{відх}}$  – вартість відходів,  $S_{\text{відх}} = 5,4 \text{ грн./кг}$ ;

$K_{\text{т}}$  – коефіцієнт, що залежить від точності;  $K_{\text{т}} = 1,0$ ;

$K_{\text{с}}$  – коефіцієнт, що залежить від групи складності  $K_{\text{с}} = 0,84$ ;

$K_{\text{в}}$  – коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу  $K_{\text{в}} = 1,14$ ;

$K_{\text{м}}$  – коефіцієнт, що залежить від маси заготовки,  $K_{\text{м}} = 1,0$ ;

$K_{\text{п}}$  – коефіцієнт, що залежить від об'єму виробництва заготовки,  $K_{\text{п}} = 1,0$ ;

$$S_{\text{заг}} = (54 \cdot 3,3 \cdot 1,0 \cdot 0,84 \cdot 1,14 \cdot 1,0 \cdot 1,0) - (3,3 - 2) \cdot 5,4 = 163,62 \text{ грн.}$$

Розглянемо другий метод отримання заготовки – з круглого гарячекатаного прокату. За ГОСТ 2590-89 вибираємо стандартний діаметр для заготовки зі сталюого гарячекатаного круглого прокату.

Загальний об'єм заготовки визначаємо за формулою:

$$V_{\text{заг}} = \frac{\pi D_1^2 l_1}{4}, \text{ мм}^3 \quad (5.10)$$

$$V_{\text{заг}} = \frac{3,14 \cdot 110^2 \cdot 150}{4} = 1139820 \text{ мм}^3$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат						

ТМ 17090026-00ПЗ





## 6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Маршрут обробки встановлюємо виходячи з вимог робочого креслення і прийнятої заготівки (рис. 1.3, табл. 6.1), враховуючи типовий технологічний процес обробки деталей типу «стакан» [16].

Таблиця 6.1 – Базовий технологічний процес

Найменування операції	Короткий зміст операції	Базування	Обладнання
1	2	3	4
005 Заготівельна	Штампувати на пресі	-	-
010 Токарна з ЧПК	1 Точити торець $\varnothing 51/\varnothing 40H7$ в розмір 116,2 мм. 2 Точити торець $\varnothing 70h6/\varnothing 51$ в розмір 7 мм. 3 Точити торець $\varnothing 105/\varnothing 70h6$ в розмір 12,2 мм. 4 Точити поверхню $\varnothing 51h14$ . 5 Точити поверхню $\varnothing 70h6$ до $\varnothing 71,65h12$ . 6 Точити поверхню $\varnothing 105h14$ . 7 Розточити отвір $\varnothing 40H7$ до $\varnothing 38,55H12$ на довжину 30 мм. 8 Точити торець $\varnothing 51/\varnothing 40H7$ в розмір 115,9 мм. 9 Точити торець $\varnothing 105/\varnothing 70h6$ в розмір 11,9 мм. 10 Точити поверхню $\varnothing 70h6$ до $\varnothing 70,35h10$ . 11 Точити торець $\varnothing 105/\varnothing 70h6$ в розмір 10,3 мм. 12 Точити поверхню $\varnothing 70h14$ на довжину 30 мм. 13 Точити канавку на поверхні $\varnothing 70h6$ .	Поверхні $\varnothing 105$ , $105/\varnothing$ $70H7$	1В340 Ф30

					ТМ 17090026-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		





## 6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Розрахунок припусків проводимо для поверхні  $\varnothing 70h6_{(-0,019)}$  мм за допомогою ПК за методикою, викладеною в [3].

Величину розрахункового мінімального припуску визначаємо за формулою:

$$2z_{\min} = 2 \left( R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right), \text{ мкм} \quad (6.1)$$

де  $R_{zi-1}$  - висота мікронерівностей, які залишаються після попередньої операції або переходу, мкм;

$h_{i-1}$  - глибина дефектного шару, які залишаються після попередньої операції або переходу, мкм;

$\rho_{i-1}$  - сумарне значення просторових відхилень, які залишаються після попередньої операції або переходу, мкм;

$\varepsilon_{yi}$  - похибка установки заготовки в пристосуванні на даній операції, мкм. Сумарне відхилення розташування заготовки визначаємо за формулою:

$$\rho = \sqrt{\rho_{зм}^2 + \rho_{екс}^2}, \text{ мкм} \quad (6.2)$$

де  $\rho_{зм}$  - величина зміщення заготовки, мкм;  $\rho_{зм} = 800$  мкм за ГОСТ 26645-85;

$\rho_{екс}$  - величина неспіввісності (ексцентричності), мкм;  $\rho_{екс} = 155$  мкм.

$$\rho = \sqrt{800^2 + 155} = 1000 \text{ мкм}$$

Для решти операцій величину просторових відхилень визначаємо за формулою:

$$\rho_{зал} = k_y \cdot \rho_{заг}, \text{ мкм} \quad (6.3)$$

де  $k_y$  - коефіцієнт уточнення форми, залежить від виду обробки.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

ТМ 17090026-00ПЗ



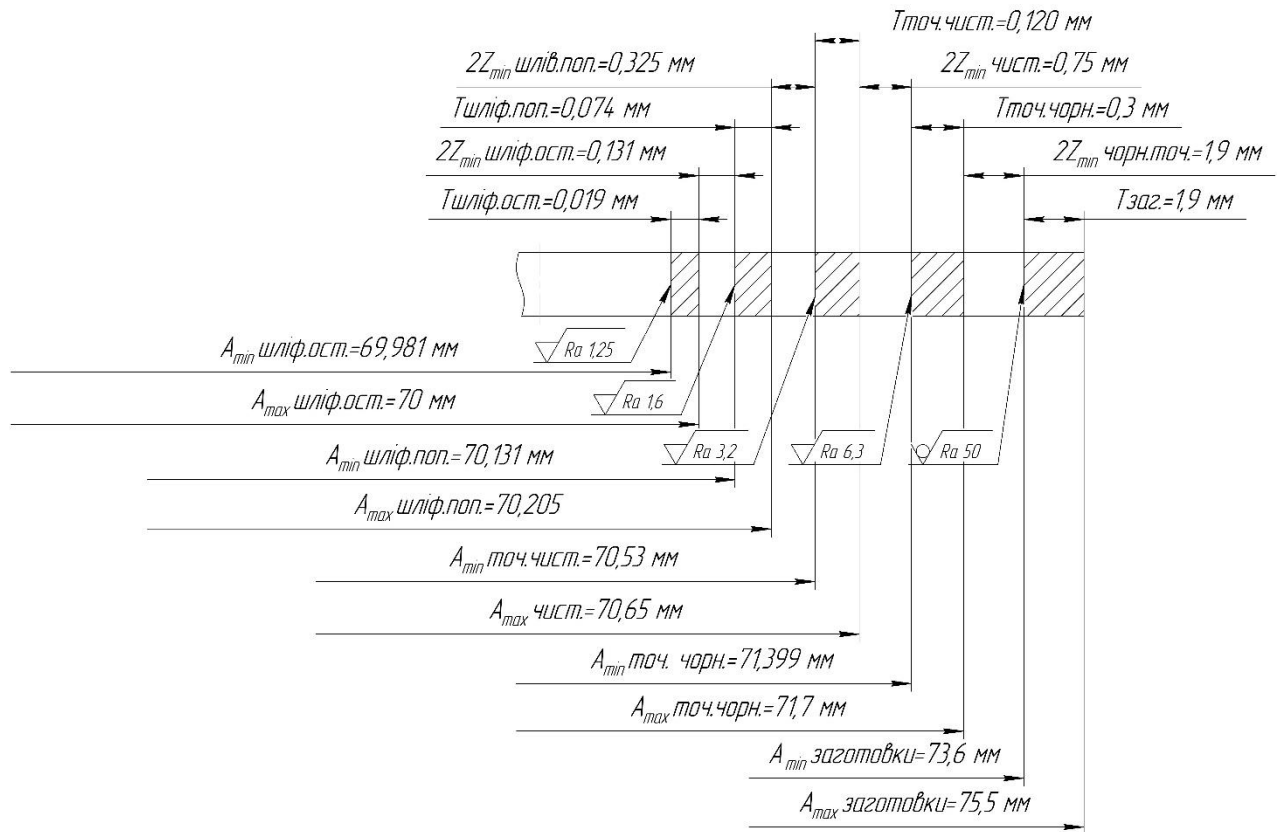


Рисунок 6.1 – Схема розміщення припусків на обробку поверхні  $\varnothing 70h6$  мм

## 6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки

Розглянемо операцію 020 Свердлильну з ЧПК. На операції необхідно зацентрувати 4 отвори з виконанням фаски, свердлити отвори, нарізати в них різьбу.

Заготовка закріплюється у спеціальному пристосуванні по отвору з упором в торець або у призми з упором в торець.

Розглянемо перший спосіб закріплення – в призмах (рис 6.2). За установчу базу приймаємо торець заготовки, який позбавляє заготовку 3-х ступенів волі, а зовнішня циліндрична поверхня  $\varnothing 70$  мм є напрямною базою і позбавляє заготовку 2-х ступенів волі. У такий спосіб деталь позбавляється 5-ти ступенів волі, шоста ступінь волі звільняється (табл. 6.3 і табл. 6.4). Похибка базування буду дорівнювати допуску на діаметр, по якому закріплюється деталь,  $\varepsilon = \delta_{\varnothing 70} = 0,74$  мм.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ТМ 17090026-00ПЗ				

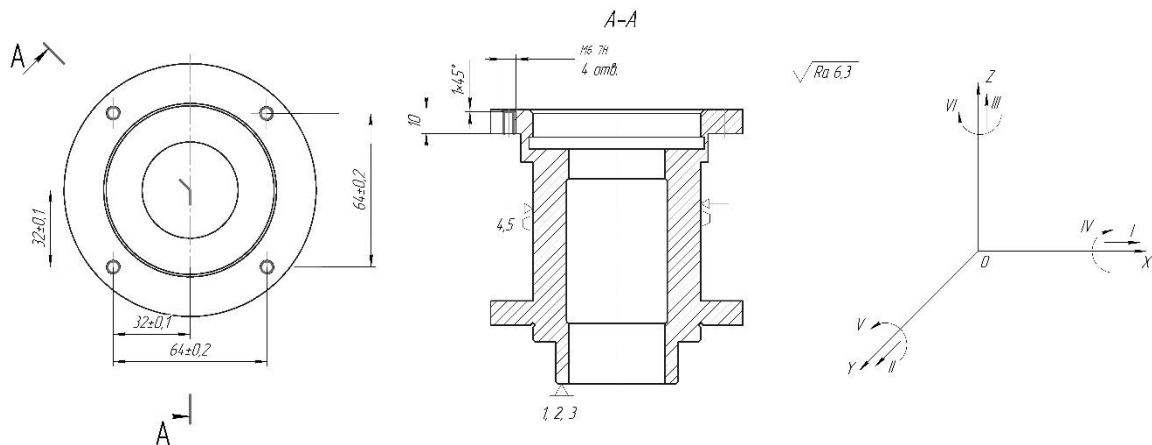


Рисунок 6.2 – Схема базування заготовки в призмах

Таблиця 6.3 – Таблиця відповідностей

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

Таблиця 6.4 – Матриця зв'язків

Найменування баз		X	Y	Z
УБ	L	0	0	1
	$\alpha$	1	1	0
НБ	L	1	1	0
	$\alpha$	0	0	0
Вакансія	L	0	0	0
	$\alpha$	0	0	1

Розглянемо другий спосіб закріплення – в спеціальному пристосуванні по отвору  $\varnothing 40$  мм з упором в торець (рис. 6.3). За установчу базу приймаємо торець стакану, який позбавляє заготовку 3-х ступенів волі, а отвір є напрямною базою і позбавляє заготовку 2-х ступенів волі.

У такий спосіб деталь позбавляється 5-ти ступенів волі, шоста ступінь волі звільняється (табл. 6.5 і табл. 6.6).

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ТМ 17090026-00ПЗ				



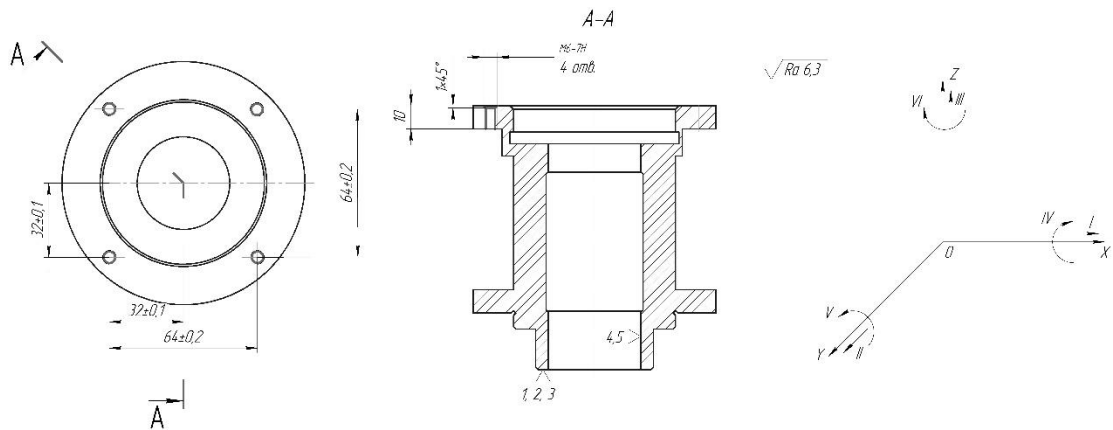


Рисунок 6.3 – Схема базування заготовки в спеціальному пристосуванні

Таблиця 6.5 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені волі	Найменування баз
1,2,3	II, III, V	Установча база
4, 5	I, V	Напрямна база
6	VI	Вакансія

Таблиця 6.6 – Матриця зв'язків

Найменування баз		X	Y	Z
УБ	L	0	1	1
	$\alpha$	0	1	0
НБ	L	1	0	0
	$\alpha$	1	0	0
Вакансія	L	0	0	0
	$\alpha$	0	0	1

У такий спосіб базування похибка буде дорівнювати половині допуску на діаметр отвору, по якому базується заготовка:  $\epsilon = \delta_{\phi 40} / 2 = 0,039 / 2 = 0,019$  мм.

Таким чином, доцільно застосовувати закріплення в спеціальному пристосуванні.

Розглянемо операцію 050 Торцекруглошліфувальну. На операції шліфується зовнішня циліндрична поверхня і торець попередньо і остаточно.

Заготовку можна закріпити на оправці і в патроні.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ТМ 17090026-00ПЗ					







Межі частоти обертання шпинделя Min об/хв 4500

Межі частоти обертання шпинделя Max об/хв 1320

Клас точності верстата по ГОСТ 8-82, (Н, П, В, А, С) П

Частота обертання шпинделя бабки виробу, об/хв 0

Потужність двигуна кВт 5.5

Габарити верстата Довжина Ширина Висота (мм) 2660x1920x1950

Маса, кг 2500

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 свердлильній з ЧПК операції вибираємо наступне устаткування [16]: пристосування спеціальне – для закріплення заготовки; різальний інструмент – свердло центрувальне 2317-0102 Р6М5 ГОСТ 14952-75; свердло спіральне 2300-1224 Р6М5 ГОСТ 10903-77; мітчик машинний 2620-0501 М6 Р6М5 ГОСТ 3266-81; калібр-пробка різьбовий 8133-0903 М6 ГОСТ 17758-72;

На торцекруглошліфувальній операції вибираємо наступне устаткування [16]: пристосування: оправка конічна центрована 7110-0394 ГОСТ 16211-70 – для закріплення заготовки; різальний інструмент: круг шліфувальний ПВ 405x305x65 15А40С1К 35м/с 1кл А ГОСТ 2424-83; вимірювальний інструмент: штангенциркуль ШЦ- -125-0,1-2 ГОСТ 166-89; калібр-скоба  $\varnothing 70$  8133-0901 ГОСТ 18360-93; Зразок шорсткості Ra 1,25 ГОСТ 9378-93

					ТМ 17090026-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## 6.5 Розрахунки режимів різання

Розрахунки режимів різання аналітичним методом проводимо за [10].

Розраховуємо режими різання на свердлильну з ЧПК операцію.

Визначаємо глибину різання за формулою:

$$t = \frac{d}{2}, \text{ мм} \quad (6.1)$$

де  $d$  – діаметр свердла, мм;

$$t = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ мм}$$

Визначаємо подачу ([15], табл. 25, с. 277).  $S_0=0,15$  мм/об.

Визначаємо період стійкості свердла ([15], табл. 30, с. 279). При обробці сталі 45 з твердістю 289...326 НВ і діаметрі свердла  $\varnothing 5$  мм  $T=15$  хв.

Визначаємо швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v, \text{ м/хв} \quad (6.2)$$

де  $C_v$ ,  $q$ ,  $m$ ,  $y$  – коефіцієнт та показники степеня на швидкість різання (табл. 28 с. 278, [15]). При обробці сталі 45 свердом приймаємо  $C_v=7$ ;  $q=0,4$ ;  $y=0,7$ ;  $m=0,2$ .

$K_v$  – поправний коефіцієнт на швидкість різання;

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv}, \quad (6.3)$$

де  $K_{Mv}$  – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу табл.1, с.261, [15].  $VK_{Mv} = 0,83$

$K_{iv} = 1,0$ ; (табл. 6, с. 263, [15]);

$K_{lv}$  – коефіцієнт, що враховує глибину свердління (табл. 31, с. 263, [15]);

$K_{lv} = 1,0$ ;

$$K_v = 0,83 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,83$$

					ТМ 17090026-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



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

$$N_e \leq N_{\text{шп}} \quad (6.7)$$

де  $N_d$  – потужність верстата за паспортними даними;  $N_d = 3,7$  кВт;  
 $\eta$  – коефіцієнт корисної дії;  $\eta = 0,85$ .

$$N_{\text{шп}} = 3,7 \cdot 0,85 = 3,15 \text{ кВт}$$

$$0,30 < 3,15$$

Умова виконується, отже обробка можлива.

Визначаємо основний час за формулою:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n_d S}, \text{ хв} \quad (6.9)$$

$$L = l + y + \Delta, \text{ мм} \quad (6.10)$$

де  $l$  – безпосередня довжина обробки, мм;

Величину врізання визначаємо за формулою:

$$y = 0,4 \cdot d, \text{ мм} \quad (6.11)$$

$$y = 0,4 \cdot 5 = 2 \text{ мм}$$

Величина перебігу  $\Delta = 1 \dots 5$  мм.

$$L = 10 + 2 + 3 = 15 \text{ мм}$$

$$T_{\text{осв}} = \frac{15}{0,15 \cdot 1400} \cdot 4 = 0,29 \text{ хв}$$

					ТМ 17090026-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		







$$T_o = \frac{70 \cdot 0,1}{76 \cdot 19 \cdot 0,005} \cdot 1,4 = 1,36 \text{ хв}$$

Загальний основний час визначаємо як суму за формулою:

$$T_o = 0,28 + 1,36 = 1,64 \text{ хв}$$

Для інших переходів режими різання знаходимо за нормативами. Дані заносимо до таблиці 6.11.

Таблиця 6.11 – Режими різання

Назва операції/зміст переходу	t, мм	l, мм	L <sub>рх</sub> , мм	S <sub>z</sub> , мм/зуб	S <sub>o.</sub> , мм/об	n, об/хв	V, м/хв	T <sub>o</sub> , хв
015 Свердлильна з ЧПК								
Центрувати отвір	5	2,5	3	-	0,15	1000	31	1,17
Свердлити отвір	2,5	10	15	-	0,15	1400	22	
Нарізати різьбу	0,5	10	14	-	1	350	6,6	
050 Торцекруглошліфувальна								
Попереднє	0,025	7	70	-	32	1150	35	0,28
Остаточне	0,005	7	70	-	19	1150	35	1,36

## 6.6 Технічне нормування операцій

В серійному виробництві визначається норма штучно-калькуляційного часу розрахунково-аналітичним методом в наступній послідовності [11, 15].

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою:

$$T_{шт-шк} = \frac{T_{пз}}{n_3} + T_{шт}, \text{ хв} \quad (6.19)$$

де T<sub>пз</sub> – підготовчо-заключний час, хв.;

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

ТМ 17090026-00ПЗ

$n_3$  – розмір партії деталі, що запускається у виробництво, шт.

$T_{шт}$  – штучний час на операції, хв.

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

Визначаємо штучний час на операцію за формулою:

$$T_{шт} = T_{оп} \cdot \left(1 + \frac{a_{орг} + a_{відп}}{100}\right), \text{ хв} \quad (6.20)$$

де  $T_{оп}$  – операційний час, хв.;

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

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

$$T_{оп} = T_o + T_d, \text{ хв} \quad (6.21)$$

де  $T_o$  – основний час на операцію, хв;

$T_d$  – допоміжний час на операцію, хв;

$$T_d = T_{уст} + T_{пк} + T_{вим}, \text{ хв} \quad (6.22)$$

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

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

$T_{вим}$  – час на вимірювання, хв.

Технічне нормування свердлильної з ЧПК операції.

Допоміжний час на операцію визначаємо, враховуючи, що  $T_{уст} = 0,095$  хв, табл. 5.6 с. 199;  $T_{пк} = 0,15$  хв, табл. 5.8 с. 202;  $T_{вим} = 0,54$  хв, табл. 5.12 с. 207; табл. 5.14 с. 208.

$$T_d = 0,095 + 0,15 + 0,54 = 0,79 \text{ хв}$$

Операційний час визначаємо, враховуючи, що  $T_o = 0,65$  хв.:

$$T_{оп} = 0,79 + 0,65 = 1,44 \text{ хв}$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

ТМ 17090026-00ПЗ

Визначаємо штучний час на операцію за формулою:

$$T_{шт} = 1,44 \cdot \left(1 + \frac{4 + 4}{100}\right) = 1,56 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час визначаємо за табл. 6.5 с. 217, враховуючи час на наладку верстата та інструменту та додаткові прийоми,  $t_{пз}=15$  хв.

$$T_{шт-шк} = \frac{15}{83} + 1,56 = 1,74 \text{ хв}$$

Технічне нормування торцекруглошліфувальної операції.

Допоміжний час на операцію визначаємо, враховуючи, що  $T_{уст} + T_{зв} = 0,334$  хв, табл. 5.3 с. 198;  $T_{пк} = 0,035$  хв, табл. 5.8 с. 203;  $T_{вим} = 0,07$  хв, табл. 5.10 с. 206.

$$T_d = 0,334 + 0,035 + 0,07 = 0,44 \text{ хв}$$

Операційний час визначаємо, враховуючи, що  $T_o = 1,64$  хв.

$$T_{оп} = 1,64 + 0,44 = 2,08 \text{ хв}$$

Визначаємо штучний час на операцію за формулою:

$$T_{шт} = 2,08 \cdot \left(1 + \frac{4 + 4}{100}\right) = 2,25 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час визначаємо за табл. 6.8 с. 220, враховуючи час на наладку верстата та інструменту та додаткові прийоми,  $t_{пз}=7$  хв.

$$T_{шт-шк} = \frac{7}{83} + 2,25 = 2,33 \text{ хв}$$

					ТМ 17090026-00ПЗ	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 спеціальне пневматичне пристосування на свердлильну з ЧПК операцію за методикою, викладеною в [2, 4]. На даній операції центруються, свердяться 4-ри отвори та нарізується в них різьба. Отвори М6-7Н, шорсткість  $Ra = 3,2$  мкм.

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

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 заданої операції на заготовці були підготовлені чистові бази: торці (114 мм); отвір (40 мм). Точність форми торців: відхилення від торцевого биття 0,03 мм відносно бази Б, 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  $P_{ат} = 86...106$  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].

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;

					ТМ 17090026-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

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 точності базування заготовки.

Розраховуємо похибку базування на розмір  $32 \pm 0,1$  мм. Умова забезпечення точності:

$$T_{32} > E_{632} \quad (7.1)$$

де  $T_{32}$  – допуск на розмір 32 мм;

$E_{68}$  – похибка базування на розмір 32 мм.

Похибка базування обчислюється за формулою:

$$E_{632} = (e_{s_0} - e_{i_n})/2 \quad (7.2)$$

де  $e_{s_0}$  – верхнє відхилення розміру отвору заготовки ( $e_{s_0} = 0,1$  мм);

$e_{i_n}$  - нижнє відхилення розміру поверхні центрального пальця ( $e_{s_0} = -0,025$  мм.)

СТ СЕВ 144-75.

Тоді:

$$E_{632} = (0,1 - (-0,025))/2 = 0,0625 \text{ мм}$$

Перевіряємо умову точності:

$$0,2 \text{ мм} > 0,0625 \text{ мм}$$

Умова точності забезпечується.

Розрахунок сили затиску заготовки. Розрахунок потрібної сили затиску та порівняння його з дійсним:

					ТМ 17090026-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		





14,3 МПа < 720МПа

Опис пристрою та принцип його дії. Даний пристрій використовується в машинобудуванні в серійному виробництві при обробці деталей „стакан”. Даний пристрій є одномісним механізованим, збільшує силу затиску деталі та забезпечує її надійність. Пристрій підвищує продуктивність праці, так як зменшується норма часу на операцію у вигляді допоміжного часу на встановлення деталі, підвищує безпеку свердлувальника на робочому місці та, найголовніше, підвищує точність механічної обробки.

Верстатний пристрій для свердління отворів працює наступним чином:

Деталь базується на циліндричний центровий палець 3 отвором  $\varnothing 40H7$ , який запресований в корпус пристрою. Після цього на торець деталі встановлюємо швидкозмінну шайбу, під головку болта 5. Далі подаємо повітря в штокову порожнину пневмоциліндру. Шток буде тягнути вгвинчений у нього болт, який в свою чергу головкою буде притискати деталь швидкозмінною шайбою, таким чином буде здійснюватися затиск заготовки. Після закінчення обробки подаємо повітря в безштокову порожнину за допомогою чого здійснюється розтискання заготовки, знімаємо швидкозмінну шайбу і міняємо заготовку, після чого все повторюємо спочатку.

					ТМ 17090026-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## ВИСНОВКИ

Під час виконання бакалаврської роботи був виконаний наступний обсяг роботи:

- проведено аналіз службового призначення токарного верстата з ЧПК 1В340Ф30, у вузол датчика якого входить задана деталь. 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 пресі.

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

Розраховане і спроектоване спеціальне пристосування для свердлильної з ЧПК операції та розроблена карта наладки на торцекруглошліфувальну операцію.

					ТМ 17090026-00ПЗ	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 Горбачев 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.

9 Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування: у 2 частинах. – Ч. 2.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

ТМ 17090026-00ПЗ



19 Станок токарно-револьверный с вертикальной головкой на крестовом супорте с ОСУ повышенной точности модели 1В340Ф30. Руководство по эксплуатации /1В340Ф30. 20.00075//. – Бердичевский станкостроительный завод "Комсомолец", 1987. – 147 с.

20 ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. – М., Изд-во стандартов, 1983, 7 с.

21 Строительные нормы и правила. Нормы проектирования. Защита от шума. СНиП П-12-77.

22 СН 2.2.4/2.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях, жилых и общественных зданиях.

					ТМ 17090026-00ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



## ДОДАТОК Б Розрахунок припуску

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА для Kyshtyrnıj, 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	
-	-	75.400	75.5	75.5	0	73.6	75.5	-	-	-
1801	3701	71.665	71.7	71.7	-1.900	71.399	71.7	1900	3800	4100
715	1015	70.646	70.65	70.65	0	70.53	70.65	750	1050	1170
321	441	70.205	70.205	70.205	-0.120	70.131	70.205	325	445	519
131	205	70	70	70	0	69.981	70	131	205	224
					-0.074					
					-0.019					

<Enter> - продолжение работы
<Esc> - возврат

## ДОДАТОК В Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

Фізичні та фізіологічні параметри шуму. Дія на організм людини. Нормування.

### Методи захисту

Інтенсифікація виробничих процесів часто здійснюється за рахунок збільшення потужностей машин і механізмів, швидкостей руху їх робочих органів, підвищення швидкостей обробки і міжопераційного транспортування оброблюваних деталей і матеріалів. Це, в свою чергу, призводить до зростання в виробничих приміщеннях шуму, який є одним з найбільш поширених шкідливих виробничих факторів.

Шум здійснює фізіологічний і психологічний вплив на організм людини. Під його дією у людини підвищується стомлюваність, знижується продуктивність праці, погіршується розбірливість мови і сприйняття звукових сигналів, порушуються процеси травлення і кровообігу, слабшає сприйняття кольорів. Крім того, може виникнути захворювання, наприклад, туговухість.

Під шумом розуміється випадкове поєднання звуків різних частот і сили, що заважають сприйняттю корисних звуків або порушують тишу, а також звуки, що роблять шкідливу або подразнюючу дію на організм людини.

Людське вухо сприймає звуки частотою від 20 до 20000 Гц. При вирішенні практичних проблем зниження шуму використовують вузький діапазон частот; приблизно від 60 до 10000 Гц. Добре сприймаються звуки частотою від 3000 до 5000 Гц (3-5 кГц), ці ж звуки спричиняють велику стомлюючу дію на людину. Звуки з частотою нижче 20 Гц називаються інфразвуком, з частотою вище 20000 Гц – ультразвуком.

Основними фізичними параметрами, котрі характеризують шум в якійсь точці простору, з точки зору охорони праці, є; звуковий тиск  $P$ , інтенсивність звуку  $I$ , частота  $f$ , звукова потужність  $W$ , рівні звукового тиску  $LP$ , інтенсивності  $LI$  і потужності  $Lw$  [20-22].



Звуковий тиск – це змінна складова тиску повітря, що виникає в результаті коливання джерела звуку, накладається на атмосферний тиск і викликає його флуктуації (коливання) [20].

При поширенні звукової хвилі відбувається перенесення енергії. Кількість звукової енергії, що віднесена до одиниці поверхні і проходить в одну секунду в напрямку поширення хвиль, називається інтенсивністю звуку.

Звуковий тиск і інтенсивність звуку є характеристиками звукового поля в певній зоні простору і не характеризують джерело шуму. Характеристикою безпосередньо джерела шуму є його звукова потужність ( $W$ ). Ця величина характеризує кількість енергії, що витрачається джерелом звуку в одиницю часу на збудження звукової хвилі. Звукова потужність джерела визначає інтенсивність хвиль, що генеруються. Чим вище інтенсивність даної хвилі, тим вище гучність звуку.

У звичайних умовах джерело звуку випромінює енергію незалежно від навколишнього середовища, так само як електричний камін випромінює теплоту. В реальних умовах потужність джерела звуку змінюється в дуже широких межах: від 10-12 до багатьох мільйонів ват. В таких же широких межах змінюється звуковий тиск і інтенсивність.

Вухо людини не може визначати звуковий тиск в абсолютних одиницях, але може порівнювати тиск різних джерел звуку. Саме тому, а також, з огляду на великий діапазон використовуваного звукового тиску для його визначення, користуються відносною логарифмічною шкалою, яка дозволяє різко скоротити діапазон значень вимірюваних величин. Кожному поділу такої шкали відповідає зміна інтенсивності звуку, звукового тиску або іншої величини нема на певне число одиниць, а в певне число раз.

Застосування логарифмічною шкали виявилось можливим і зручним завдяки фізіологічній особливості нашого слуху – однаково реагувати на відносно рівні зміни інтенсивності звуку.

Характер спектра, отже, і виробничого шуму, може бути низькочастотним, середньочастотним і високочастотним [21]:

- низькочастотний - спектр з максимумом звукового тиску в області частот до 300 Гц;

- середньочастотний - спектр з максимумом звукового тиску в області частот 300 - 800 Гц;

- високочастотний - спектр с максимумом звукового тиску в області частот понад 800 Гц.

Шуми також підрозділяються на:

- широкосмугові, з безперервним спектром шириною більше однієї октави (шум рухомого складу, водоспаду);

- тональні, в спектрі яких є чутні дискретні тони (дзвін, свист, сирена і т.п.). Тональний характер шуму встановлюється вимірюванням в третину октавних смугах частот по перевищенню рівня в одній смузі над сусідніми не менш як на 10 дБ.

За часовими характеристиками шуми поділяються на постійні, рівень яких за восьмигодинний робочий день змінюється в часі не більше ніж на 5 дБ, і непостійні рівні яких постійно змінюються більш ніж на 5 дБ .

Людина розрізняє звуки по їх частоті і гучності. Висоту звуку виділяє його частота, а гучність – його інтенсивність. Чим вище частота, тим більш високим сприймається звук.

Нормовані параметри шуму на робочих місцях, житлових і громадських будівлях визначені ГОСТ 12.1.003-83, СН 2.2.4 / 2.8.562-96.

В основу санітарного нормування шуму покладено принцип збереження слухового сприйняття, встановлення науково-обгрунтованих гранично допустимих величин шуму, які при систематичному впливі протягом багатьох років не можуть викликати захворювання організму людини.

Норма шуму – максимально допустимі рівні звукового тиску, дія якого не викликає негативного і незворотного явища на організм людини.

Таким чином, норми це компроміс між гігієнічними вимогами і технічними можливостями на даному етапі розвитку техніки.

Існує два способи нормування шуму.

1 Нормування по граничному спектру (спектральна оцінка шуму).

2 Нормування рівня звуку в дБА (інтегральна оцінка).

Відповідно до рекомендацій ІСО інтенсивність шуму, що діє на органи слуху, оцінюється частотною характеристикою гранично допустимого рівня звукового тиску в дев'яти октавних смугах з середньо геометричними частотами.

Сукупність таких рівнів називається граничним спектром. Номер граничного спектра чисельно дорівнює рівню звукового тиску в октановій смузі зі середньо геометричною частотою 1000 Гц в діапазоні допустимих рівнів шуму.

Шум вважається допустимим, якщо вимірювані рівні звукового тиску у всіх октавних смугах нормованого діапазону будуть нижче значень, що визначаються відповідним граничним спектром.

Щоб отримати акустичну характеристику приміщення або машини необхідно зробити 9 вимірювань, тобто робота стає трудомісткою. Крім того, даний спосіб не дозволяє здійснювати оцінку імпульсних шумів, тому що він призначений для вимірювання тільки широкосмугового шуму.

Непостійний шум нормується загальним рівнем звуку. При цьому методи вимірюють скоригований по частоті загальний рівень звукового тиску у всьому діапазоні частот. Вимірюють рівень звуку в дБА шумоміром зі спеціальною частотною характеристикою зі зниженою чутливістю на низькі частоті.

Згідно ГОСТ 12.1.003-83 при розробці технологічних процесів, проектуванні, виготовленні та експлуатації машин, виробничих будівель і споруд, а також при організації робочих місць слід вживати всіх необхідних заходів щодо зниження шуму, що впливає на людину, до значень, що не перевищують допустимі.

Захист від шуму повинен забезпечуватися розробкою шумобезпечної техніки, застосуванням засобів і методів колективного захисту, проведенням будівельно-акустичних робіт, застосуванням засобів індивідуального захисту [21-22].

В першу чергу слід використовувати засоби колективного захисту. По відношенню до джерела збудження шуму колективні засоби захисту поділяються на засоби, що знижують шум в джерелі його виникнення, і засоби, які знижують шум на шляху його поширення від джерела до об'єкта, що захищається.

Зниження шуму в джерелі здійснюється за рахунок поліпшення конструкції машини або зміни технологічного процесу.

Засоби, що знижують шум в джерелі його виникнення в залежності від характеру шумоутворення підрозділяються на засоби, що знижують шум

механічного походження, аеродинамічного та гідродинамічного походження, електромагнітного походження.

Методи і засоби колективного захисту в залежності від способу реалізації підрозділяються на будівельно-акустичні, архітектурно-планувальні та організаційно-технічні і включають в себе: зміну спрямованості випромінювання шуму; раціональне планування підприємств і виробничих приміщень; акустичну обробку приміщень; застосування звукоізоляції.

До архітектурно-планувальних рішень також відноситься створення санітарно-захисних зон навколо підприємств. У міру збільшення відстані від джерела рівень шуму зменшується. Тому створення санітарно-захисної зони необхідної ширини є найбільш простим способом забезпечення санітарно-гігієнічних норм навколо підприємств.

Вибір ширини санітарно-захисної зони залежить від встановленого обладнання. Скоротити ширину санітарно-захисної зони можна зменшенням шуму на шляху його поширення. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) застосовуються в тому випадку, якщо іншими способами забезпечити допустимий рівень шуму на робочому місці не вдається.

Принцип дії ЗІЗ – захистити найбільш чутливий канал впливу шуму на організм людини – вухо. Застосування ЗІЗ дозволяє попередити розлад не тільки органів слуху, а й нервової системи від дії надмірного подразника.

Найбільш ефективні ЗІЗ, як правило, в області високих частот. ЗІЗ включають в себе протишумні вкладиші (беруші), навушники, шоломи і каски, спеціальні костюми [21-22].

## ДОДАТОК Г Специфікація на пристосування

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						<i>Документація</i>			
		A1			<i>ТМ 17090026-07 СК</i>	<i>Складальне креслення</i>			
						<i>Деталі</i>			
Справ. №			1		<i>ТМ 17090026-07.01</i>	<i>Деталь</i>	1		
			2		<i>ТМ 17090026-07.02</i>	<i>Корпус</i>	1		
			3		<i>ТМ 17090026-07.03</i>	<i>Палець центровий</i>	1		
						<i>Стандартні вироби</i>			
			4			<i>Болт М6 х 20 ГОСТ 7798-70</i>	4		
			5			<i>Болт 7002-0811 ГОСТ 9048-69</i>	1		
			6			<i>Гайка М16 ГОСТ 15521-70</i>	1		
			7			<i>Гвинт М5 х 10 ГОСТ 1491-80</i>	2		
			8			<i>Гвинт М5 х 16 ГОСТ 1491-80</i>	4		
			9			<i>Пневмоциліндр 7020-0222 ГОСТ 15608-81</i>	1		
			10			<i>Шайба 7019-0499 ГОСТ 4087-69</i>	1		
			11			<i>Шпонка 7031-0605 ГОСТ 14737-69</i>	2		
Подп. и дата									
Инв. № дцкл.									
Взам. инв. №									
Подп. и дата									
					<b>ТМ 17090026-07 СК</b>				
Инв. № подл.		Изм.	Лист	№ док.ум.	Подп.	Дата	Лит.	Лист	Листов
		Разраб.		Куштурний М.В.					1
		Пров.		Яшина Т.В.					
		Н.контр.		Динник О.Д.					
		Утв.		Залога В.О.					
<b>Пристрій для свердлування</b>							<b>КІСУМДУ, ТМ-61</b>		