

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)
Інженерії машин, споруд та технологій
(назва факультету)
Технології машинобудування
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

магістр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: **Розроблення проекту ділянки механічного цеху для
виготовлення ковпака РКС6.03121 з дослідженням точності токарної
обробки циліндричних поверхонь втулок**

Виконав: студент VI курсу, групи МТмз-61
спеціальності (напряму підготовки) _____

131 “Прикладна механіка”

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

	_____	<u>Субчак О.Р.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник	_____	<u>Дичковський М.Г.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	_____	_____
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Рецензент	_____	_____
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль - 2019

РЕФЕРАТ

Тема дипломної роботи: “Розроблення проекту ділянки механічного цеху для виготовлення ковпака РКС6.03121 з дослідженням точності токарної обробки циліндричних поверхонь втулок.”

У першому розділі проведено аналіз стану питання щодо дослідження точності токарної обробки циліндричних поверхонь втулок та їх затиску на токарних верстатах. Обґрунтовано актуальність теми роботи. Представлено висновки та задачі на дипломну роботу магістра.

У другому розділі досліджено величини напружень та деформацій, що виникають на втулці в процесі затиску за різними схемами та дії сил різання при токарній обробці методом кінцевих елементів. Підібрано обладнання та інструменти для токарної обробки втулок із сталі 40Х. Проведено експериментальні дослідження відхилення від циліндричності поверхні втулок із сталі 40Х при токарній обробці від зміни трьох основних технологічних факторів: глибина різання, подачі, та швидкості різання, представлено відповідні результати.

У третьому розділі проведено аналіз об’єкту виробництва, його застосування, технічні вимоги до поверхонь, його технологічність. Визначено тип виробництва, вибрано оптимальний варіант виготовлення заготовки – литво в піщані форми. Проведено синтез технологічного маршруту обробки деталі, визначено припуски та міжопераційні розміри. Проведено вибір різального, вимірювального інструментів, технологічного оснащення та обладнання. Проведено розрахунок режимів різання та технічних норм часу.

У четвертому розділі привели опис кондуктора для свердління трьох отворів $\varnothing 12H14^{+0,43}$ на 015 вертикально-свердлильну операцію, розрахували його точність та силові параметри.

					<i>ДР 18-536.00.00</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	РЕФЕРАТ		
<i>Розроб.</i>	<i>Субчак</i>						
<i>Перевір.</i>	<i>Дичковський</i>						
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. контр.</i>							
<i>Затв.</i>					ТНТУ, каф ТМ гр. МТмз-61		

У п'ятому розглянуто можливості застосування інформаційних технологій в науково-дослідній роботі та практичній діяльності.

У шостому розділі розроблено план дільниці механічного цеху оброблення деталі.

У сьомому розділі проведено техніко-економічне обґрунтування проектного технологічного процесу та ефективності науково-дослідної роботи. Очікуваний економічний ефект від впровадження технологічного процесу складає 443100 грн.

У восьмому розділі розглянули питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

У дев'ятому розділі розглянули питання екології.

Загальний об'єм розрахунково-пояснювальної записки 123 сторінки.

Графічна частина представлена на 11 аркушах формату А1.

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

При токарній обробці втулок виникає ряд ускладнень, що зумовлені пружними деформаціями втулки під час обробки, як наслідок дії сил різання та сил затиску заготовки. Найбільший вплив при цьому мають радіальні сили різання та радіальні сили затиску, що залежать від конструкції затискного патрона. Крім цього в процесі токарної обробки втулок можуть виникати вібрації, що пов'язані із зміною сил різання як наслідок деформування заготовки під час затиску і прикладання сил різання та зміни припуску обробки. При виникненні значних коливань заготовки, особливо при резонансних випадках, потрібно зменшувати глибину та подачу різання, що знижує продуктивність та ефективність процесу токарної обробки втулок. При цьому також знижується точність та якість оброблених поверхонь.

Затискні патрони для токарної обробки втулок повинні забезпечувати її стійке точне розміщення і базування в статиці та динаміці, при цьому сили затиску не повинні створювати деформацію заготовки, пошкодження її поверхонь, проте в той же час закріплення заготовки повинно бути надійним та протидіяти зовнішнім силам різанням без зміщення самої заготовки з мінімальними затратами енергії.

Тому забезпечення високої продуктивності токарної обробки втулок та показників якості їх поверхонь при мінімальних деформаціях є актуальним науковим завданням.

У дипломній роботі вдосконалено технологічний процес виготовлення ковпака РКС6.03121 за рахунок використання прогресивних методів механічної обробки.

					<i>ДР 18-536.00.00</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ВСТУП		
<i>Розроб.</i>	<i>Субчак</i>						
<i>Перевір.</i>	<i>Дичковський</i>						
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. контр.</i>							
<i>Затв.</i>					<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушіє</i>
						8	1
<i>ТНТУ, каф ТМ</i> <i>гр. МТмз-61</i>							

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1. Аналіз стану питання за літературними та іншими джерелами

Дослідженнями процесів токарної обробки циліндричних поверхонь втулок як нежорстких деталей а також проектуванню спеціальних патронів для їх затиску присвячена досить значна кількість праць відомих науковців України та за її межами. Зокрема такими дослідженнями займалися Кузнецов Ю.М. [22], Луців І.В. [23], Балакшин [24], Вачев А.А., Філоненко С.Н., Сяров С.П., Оргіян А., Іванюк І.О., Колев В., Маталин А.А., Сидорко В.І., Корсаков В.С., Волошин В.Н. [25], Schulz Н., Литвин О.В., Wagner Н.-D. Кушик В.Г., Редько Р.Г., Соколовський, Ахрамович В.Н., Ревва В.Ф., Придальний В.В., Подпоркин В.Г., Sprig G., Буховець В.М. [26] та багато інших. Дослідження включали проектування принципово нових затискних патронів та інших пристроїв, їх класифікація, визначались основні фактори, що впливають на стійкість і точність процесів токарного оброблення втулок.

Для затискання втулок в процесі обробки існує значна кількість патронів та інших затискних пристроїв, що спроектовані для виконання різноманітних конструкторських і технологічних завдань, тому доцільно розглянути їх класифікацію, зокрема запропоновану у дисертаційній роботі Буховця В.М. [26], що зображена на рис. 1.1, де характеристики затискних патронів поділені на загальні характеристики, характеристики процесу затиску та характеристики процесу різання. Зокрема до характеристик затиску віднесено: силу затиску, режими затиску, статичну та динамічну жорсткість пристрою, стабільність затиску та саморегулювання та адаптивність затискного механізму.

					<i>ДР 18-536.00.00</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Субчак</i>				АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Дичковський</i>							
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затв.</i>								
						<i>ТНТУ каф. ТМ гр. МТмз -61</i>		

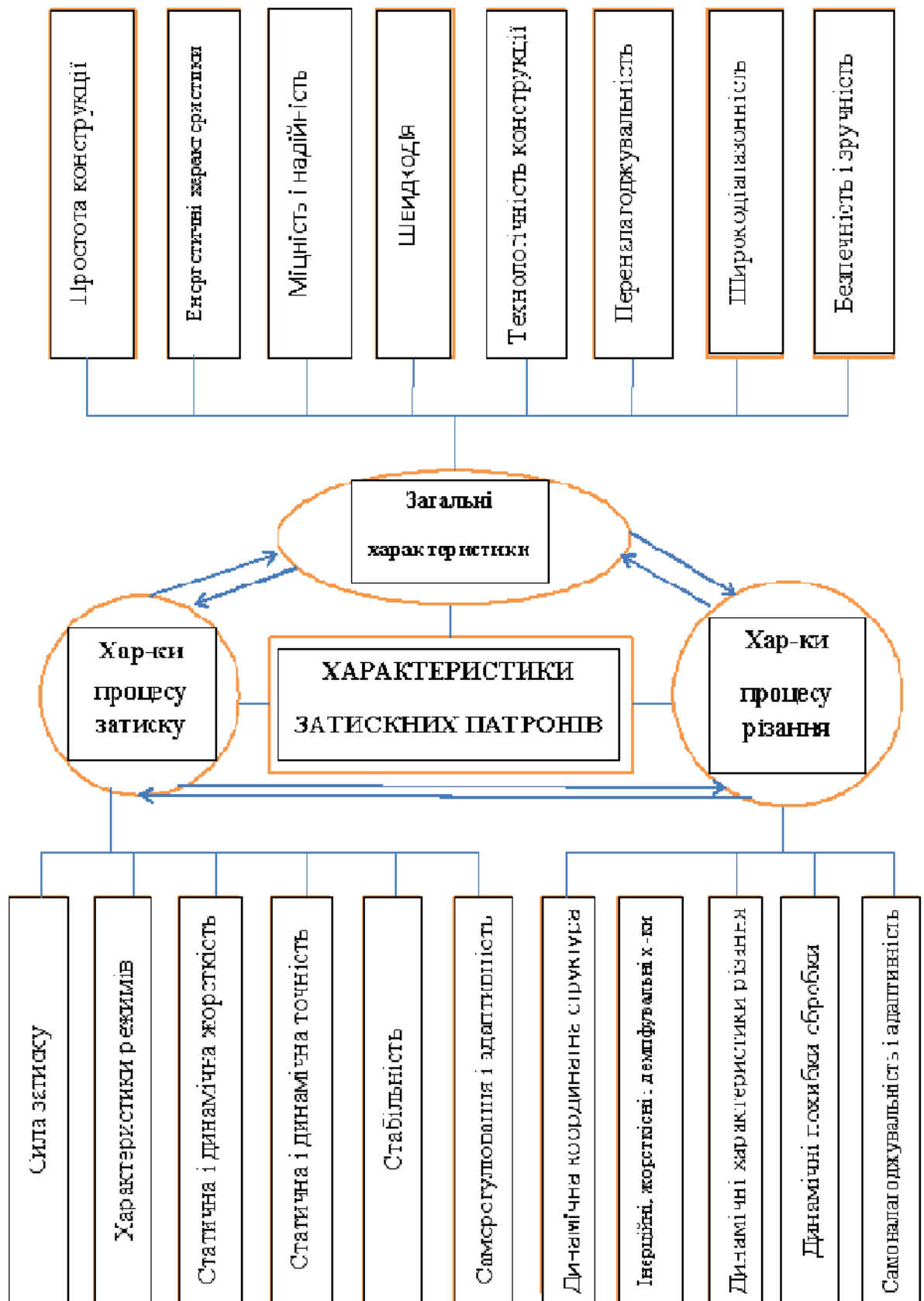


Рисунок 1.1. – Класифікація характеристик затискних патронів [26]

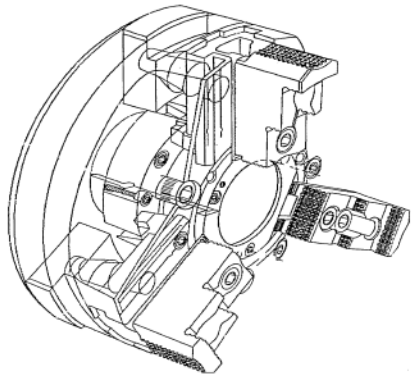
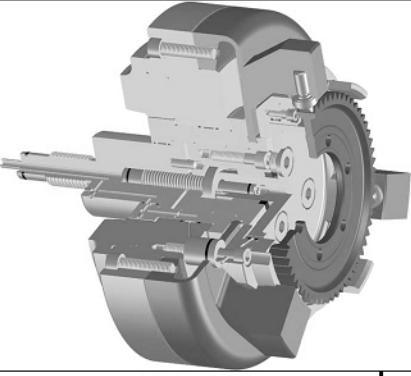

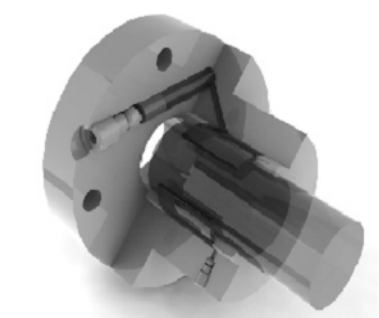
На основі таблиці 1.1, складеної професором Ю.М. Кузнецовим [22] представлено поширені схеми пристроїв затиску, що використовують замкнутий силовий контур та розвиток розподілу сил затиску заготовок. При цьому силові контури можуть бути як відкритими, так і закритими.

Таблиця 1.1. – Схеми замикання сил затиску у патронах [22]

Силовий контур	Тип патрона	Умовне зображення патрона		Схема замикання сил затиску	Показники радіальної точності затиску	
		поздовжнє	поперечне			
ЗАМКНУТИЙ	Відкритий	Важільний (В)				$\Delta_p \uparrow$ $K \uparrow$
		Мембранний (М)				$\Delta_p \downarrow$ $K \downarrow$
	Закритий	Клиновий (К)				$\Delta_p \uparrow \downarrow$ $K \uparrow$
		Пружний (П)				$\Delta_p \downarrow$ $K \rightarrow 0$
РОЗІМКНУТИЙ	Торцевий	-				$\Delta_p \uparrow \downarrow$ $K \rightarrow 0$
						$\Delta_p \downarrow$ $K \rightarrow 0$
КОМБІНОВАНИЙ	Клино-пружний (КП)				$\Delta_p \downarrow$ $K \rightarrow 0$	

На основі схем таблиці 1.1 у роботі [26] розроблені конкретні конструкції затискних пристроїв для токарної обробки деталей машин, що зображені у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Конструкції патронів для затиску циліндричних деталей, що відповідають схемам сил затиску [26]

Силовий контур	Конструкція патрона	Замикання сил затиску	Показники радіальної точності
ЗАМКНУТИЙ	Відкритий		$\Delta_p \uparrow$ $K \uparrow$
	Закритий		$\Delta_p \downarrow$ $K \downarrow$
	Відкритий		$\Delta_p \uparrow \downarrow$ $K \uparrow$
	Закритий		$\Delta_p \downarrow$ $K \rightarrow 0$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-536.00.00

Арк.

У роботі [26] відмічено, що “найкращий варіант з точки зору забезпечення показників точності затиску та незмінності радіальної жорсткості по куту повороту показано на четвертій схемі. При цьому забезпечується рівномірний затиску по всьому контуру заготовки – схема замикання сил затиску має форму кола, і відповідно похибка радіального биття Δ_r заготовки значно зменшується, а конусність K на певному вильоті заготовки прямує до нуля.”

На рис. 1.2 зображено схему класифікації затискних патронів представлену у роботі [27], де враховано затискні патрони, що широко застосовуються на універсальних металорізальних верстатах, автоматизованих верстатах та верстатах з ЧПК.

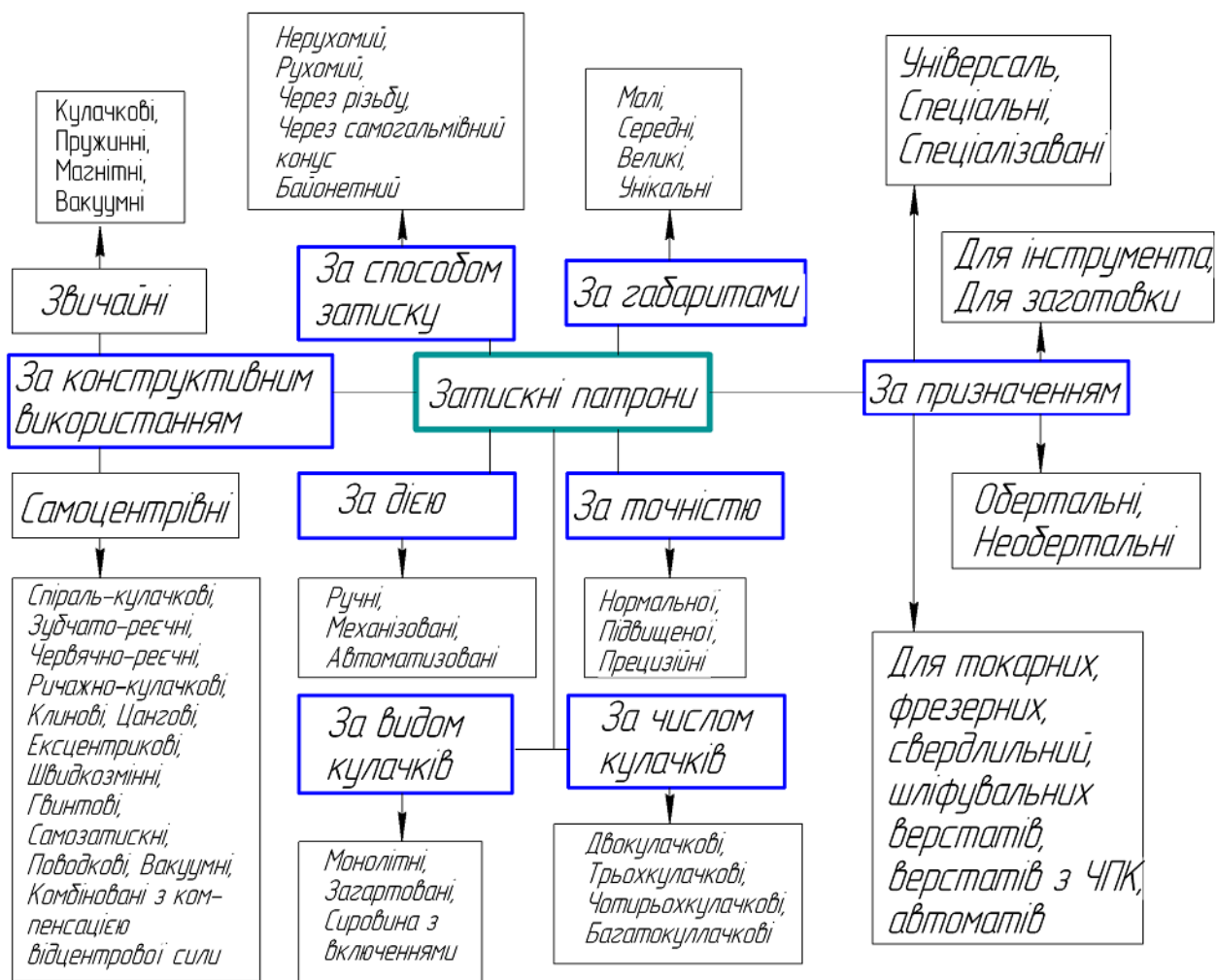


Рисунок 1.2 - Схема класифікації затискних патронів [27]

Спеціальні та універсальні пристрої та патрони для закріплення втулок як нежорстких деталей займають особливе місце серед різних типів затискних пристроїв. Їх розділяють на такі основні типи:

- спеціальні патрони;
- оправки з гофрованими елементами;
- цангові патрони різних конструкцій;
- розтискні оправки;
- кулачкові патрони, в яких збільшено кількістю затискних елементів;
- гідропластові оправки;
- гвинтові патрони;
- оправки з тарілчастими пружинами.

Модернізовані конструкції розтискних оправок, що досліджувались у роботі [28], представлено на рисунках 1.3 та 1.4

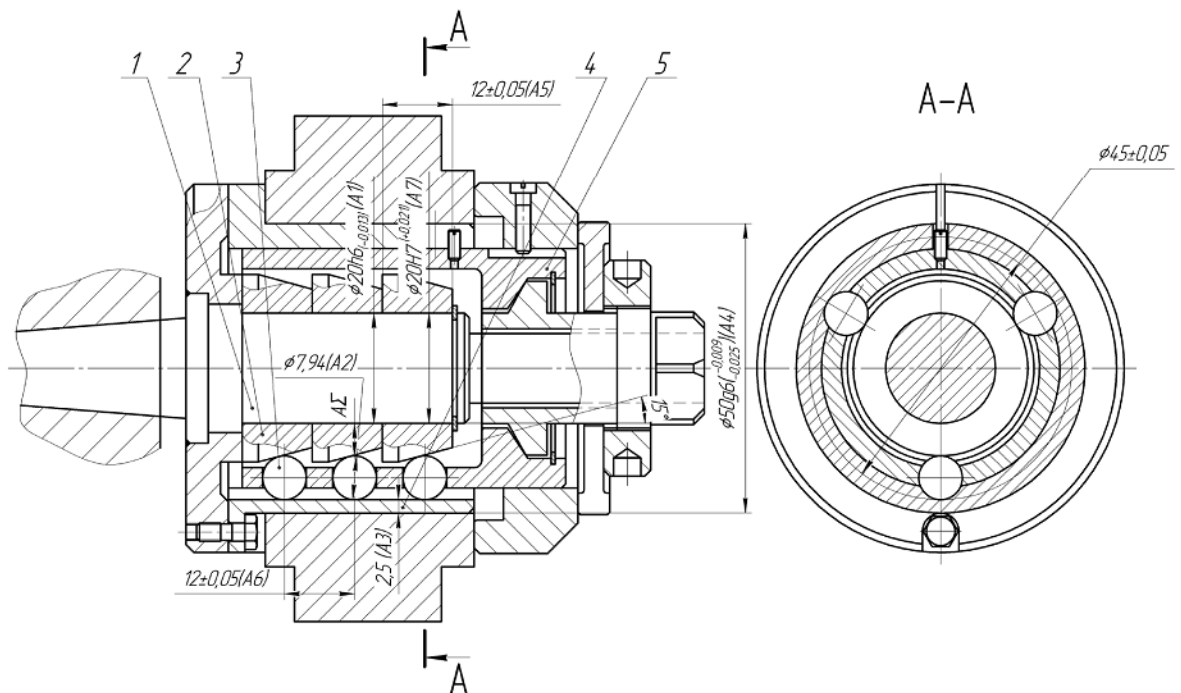


Рисунок 1.3 – “Конструкція оправки з кульковими розтискними елементами
1 – оправка; 2 – конус; 3 – кулька; 4 – розтискний стакан, 5 – сепаратор” [28]

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

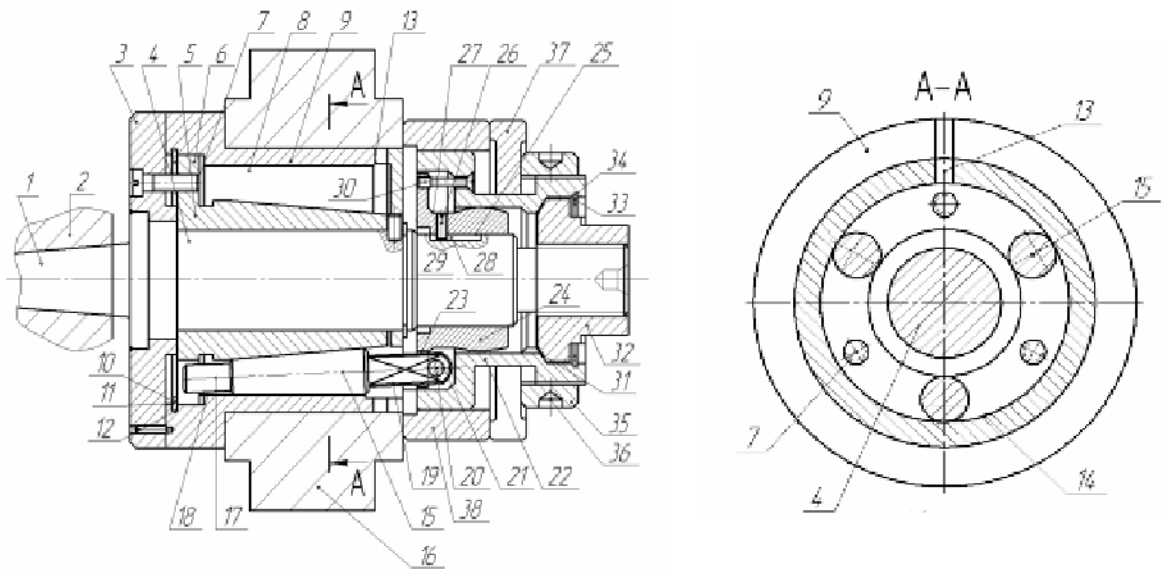


Рисунок 1.4 – “Оправка беззорна з конічними передавально-підсилюючими елементами” [28]

Цанговий гвинтовий патрон (рис. 1.5), досліджений у роботі [27] “виконано у вигляді циліндричного корпусу 1, в центральному отворі якого з можливістю осьового переміщення встановлено поводок 2, лівий кінець якого жорстко з'єднаний з правим кінцем грибокподібної тяги 3, яка встановлена в глухий отвір 4 поводка з можливістю осьового переміщення і жорстко з'єднано з пальцем 5, вісь якого є перпендикулярною до осі тяги.”

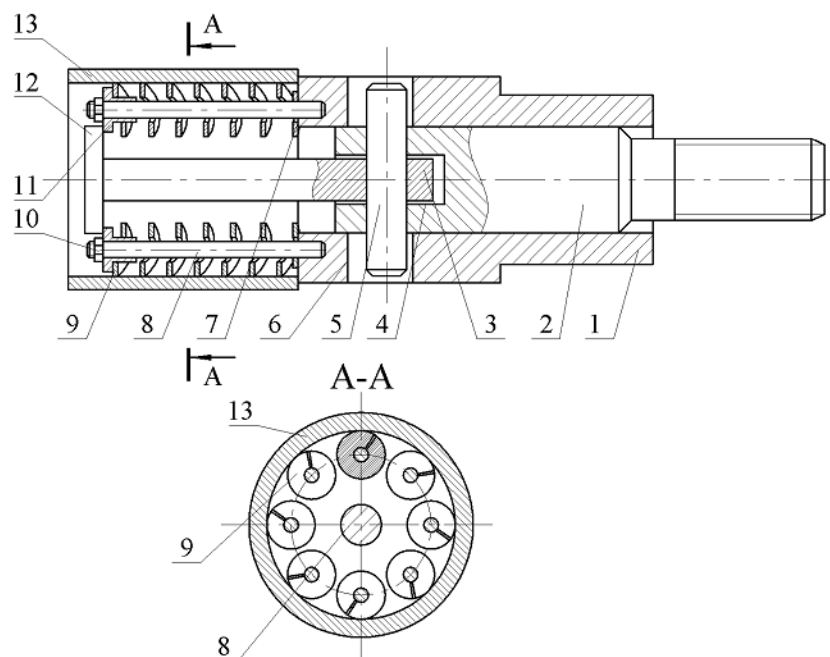


Рисунок 1.5 - Цанговий гвинтовий патрон [27]

У роботі [26] представлено функціональну структуру гідравлічних затискних патронів, яку зображено на рис. 1.6

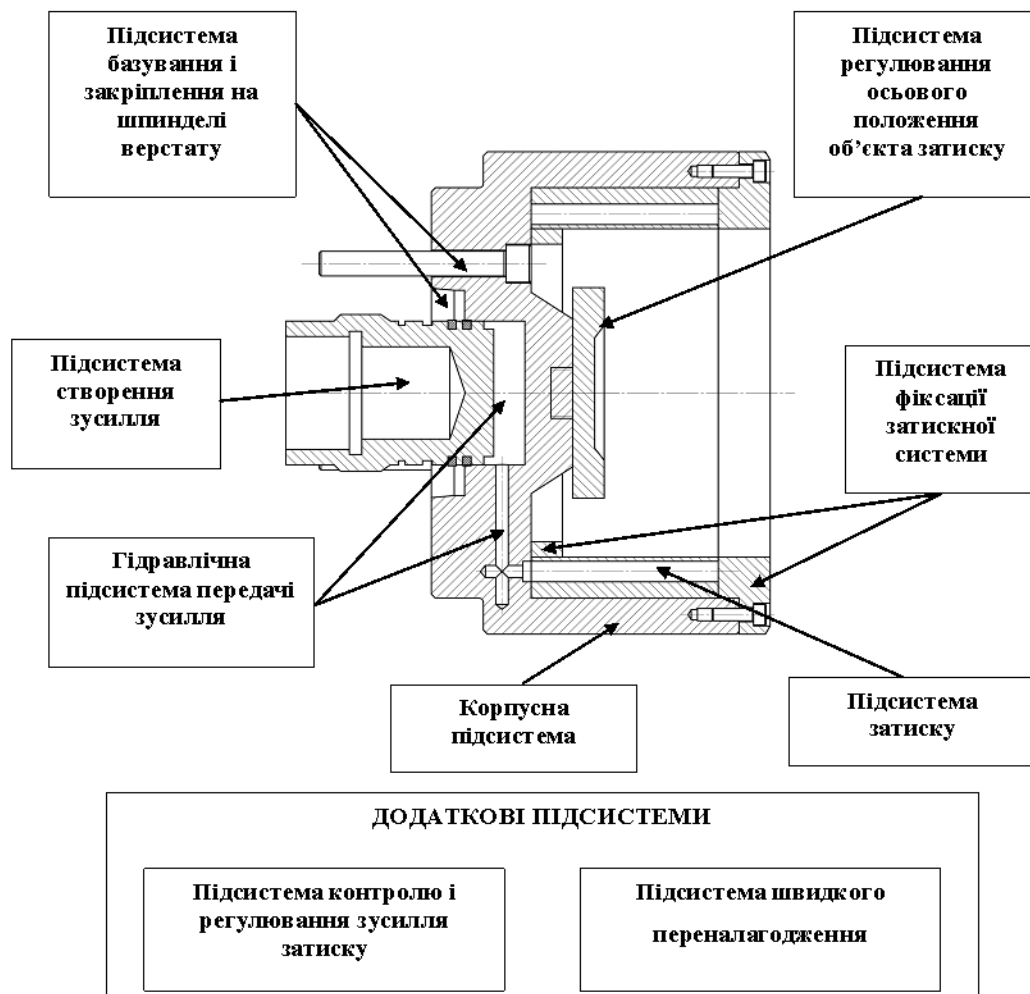


Рисунок 1.6 – “Функціональна структура гідравлічних затискних патронів” [26]

У дисертаційній роботі [28] в таблиці 1.3 зображено розтискні оправки відомих світових виробників, які забезпечують підвищені показники точності обробки втулкових деталей машин, кожна з них має свої позитивні та негативні сторони. Основним недоліком представлених вище на рисунках оправок та у таблиці 1.3, є те, що вони не мають достатньої універсальності для затиску втулок різних типорозмірів.

Таблиця 1.3 - Розтискні оправки світових виробників [28]

Модель	Фірма-виробник	Операція при обробленні втулок
1	2	3
 <p>SG</p>	EMUGE	Токарна
	AMI ENGINEERING (США)	Токарна, шліфувальна
	ITW WORKHOLDING (США).	Токарна
	RÖHM (Німеччина)	Токарна
	600GROUP (США)	Токарна

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-536.00.00

Арк.

Закінчення таблиці 1.3.

1	2	3
	<p>CRAFTSMAN TOOLS</p>	<p>Токарна, Шліфуван-ня в центрах</p>
	<p>TOBLER (ФРН)</p>	<p>Токарна, Шліфуван-ня в центрах</p>

У дисертації Биховця В.М. [26] рис. 1.7 представлено важливі схеми токарної обробки втулок при застосуванні одного та двох різців

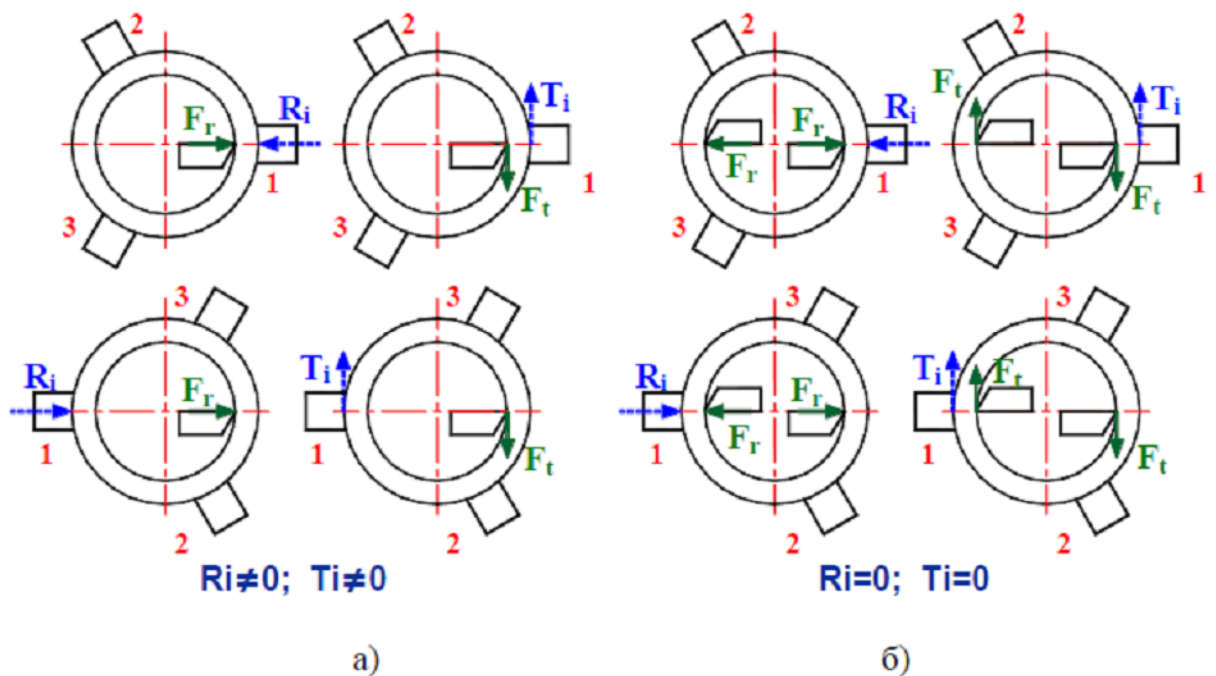


Рисунок 1.7 - Умови застосування затиску і токарної обробки втулок при використанні одного а) та двох б) різців [26]

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

ДР 18-536.00.00

Арк.

1.2. Висновки та постановка задач на дипломну роботу магістра

В результаті проведеного літературного та патентного пошуку встановлено, що при токарній обробці втулок виникає ряд ускладнень, що зумовлені пружними деформаціями втулки під час обробки, як наслідок дії сил різання та сил затиску заготовки. Найбільший вплив при цьому мають радіальні сили різання та радіальні сили затиску, що залежать від конструкції затискного патрона. Крім цього в процесі токарної обробки втулок можуть виникати вібрації, що пов'язані із зміною сил різання як наслідок деформування заготовки під час затиску і прикладання сил різання та зміни припуску обробки. При виникненні значних коливань заготовки, особливо при резонансних випадках, потрібно зменшувати глибину та подачу різання, що знижує продуктивність та ефективність процесу токарної обробки втулок. При цьому також знижується точність та якість оброблених поверхонь.

Затискні патрони для токарної обробки втулок повинні забезпечувати її стійке точне розміщення і базування в статиці та динаміці, при цьому сили затиску не повинні створювати деформацію заготовки, пошкодження її поверхонь, проте в той же час закріплення заготовки повинно бути надійним та протидіяти зовнішнім силам різанням без зміщення самої заготовки з мінімальними затратами енергії.

Тому забезпечення високої продуктивності токарної обробки втулок та показників якості їх поверхонь при мінімальних деформаціях є актуальним науковим завданням.

У дипломній роботі необхідно вирішити такі завдання:

1. Дослідити величини напружень та деформацій, що виникають на втулці в процесі затиску за різними схемами та дії сил різання при токарній обробці методом кінцевих елементів.

2. Підібрати обладнання та інструменти для токарної обробки втулок із сталі 40Х.

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Провести експериментальні дослідження відхилення від циліндричності поверхні втулок із сталі 40Х при токарній обробці від зміни трьох основних технологічних факторів: глибина різання, подачі, та швидкості різання.

4. Вдосконалити базовий технологічний процес виготовлення ковпака РКС6.03121.

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

2.1. Визначення величини напружень та деформацій методом кінцевих елементів, що виникають у втулці в процесі затиску та обробки на токарній операції

В процесі теоретичних досліджень здійснено комп'ютерне моделювання втулки із сталі 45 із зовнішнім діаметром 20 мм та внутрішнім діаметром 16 мм, товщина стінки складала 2 мм. Створена відповідна 3D модель на основі твердотільного моделювання за допомогою прикладної програми. Під час розрахунків на створену модель накладалась кінцево-елементна сітка.

У результаті числового моделювання отримали пружно-деформований стан втулки. Моделювання при дослідженнях проводилось для чотирьох випадків:

1. Затиск втулки патроном із трьома затискними елементами, що дозволяє встановити напружено-деформований стан втулки в процесі закріплення на верстаті.

2. Затиск втулки патроном із шістьма затискними елементами з відповідним визначенням напружено-деформованого стану.

3. Затиск втулки патроном затискними елементами, що забезпечують рівномірний затиск втулки по всій циліндричній поверхні з відповідним визначенням напружено-деформованого стану.

4. Прикладання сили різання на поверхні втулки з відповідним визначенням її напружено-деформованого стану.

Проведена послідовність досліджень включала 3-D моделювання втулки із сталі 45, генерування із моделі кінцево-елементної сітки, накладання зовнішніх граничних умов (рис. 2.2), формування навантаження силами

					<i>ДР 18-536.00.00</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Субчак</i>				НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Дичковський</i>							
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затв.</i>								
						<i>ТНТУ каф. ТМ гр. МТмз -61</i>		

затиску та силою різання (рис. 2.1, 2.9). Сумарна сила затиску на всіх затискних елементах складала 600 Н, сила різання становила 200 Н. У програмному середовищі одержували графічне відображення напружень (рис. 2.3, 2.5, 2.7, 2.10) та деформацій (рис. 2.4, 2.6, 2.8, 2.11), що виникають у втулці під час затиску та під час прикладання сили різання.

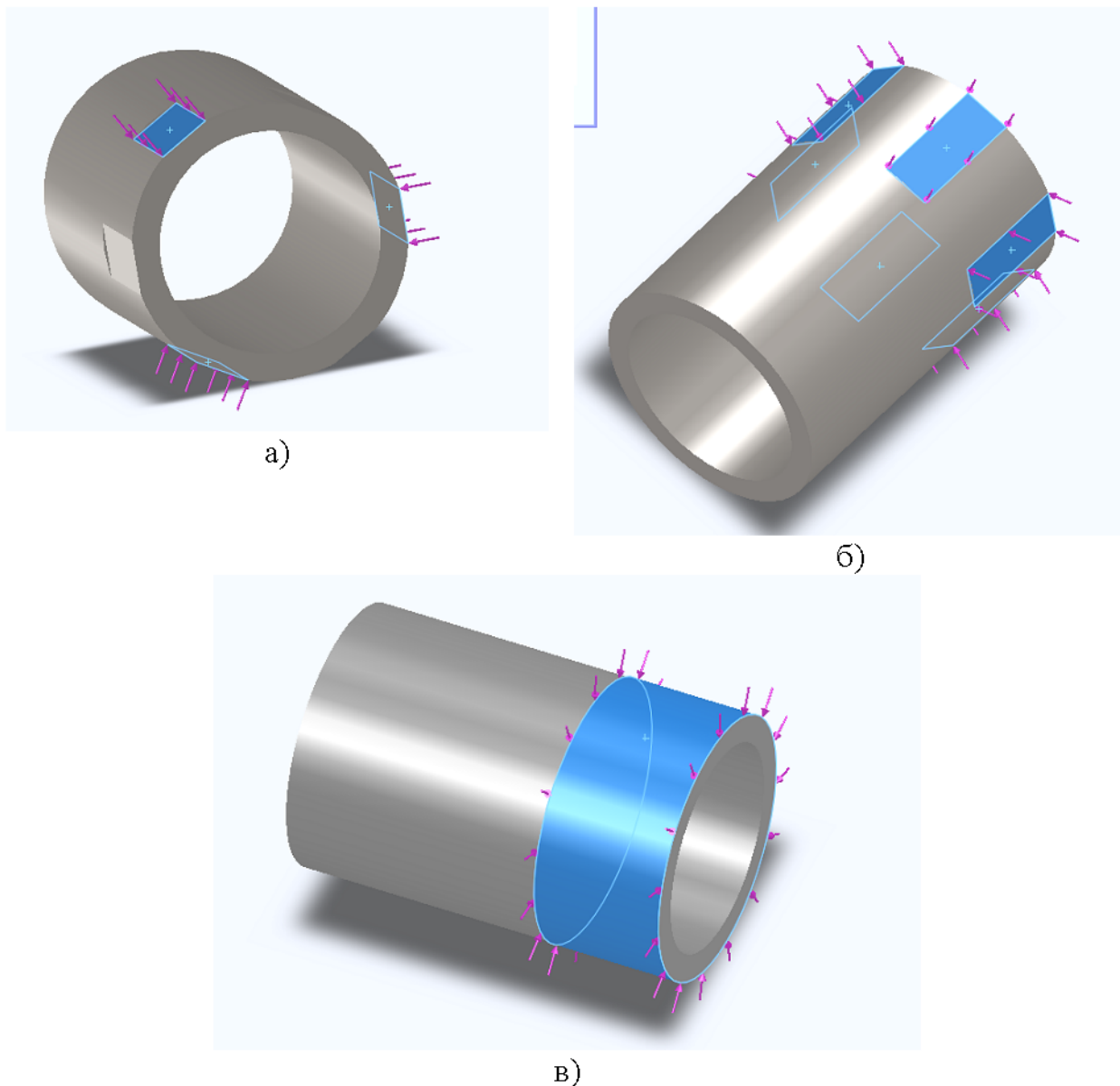


Рисунок 2.1 - Формування навантаження силами затиску із а) із трьома затискними елементами б) із шістьма затискними елементами в) затискними елементами, що забезпечують рівномірний затиск втулки по всій циліндричній поверхні

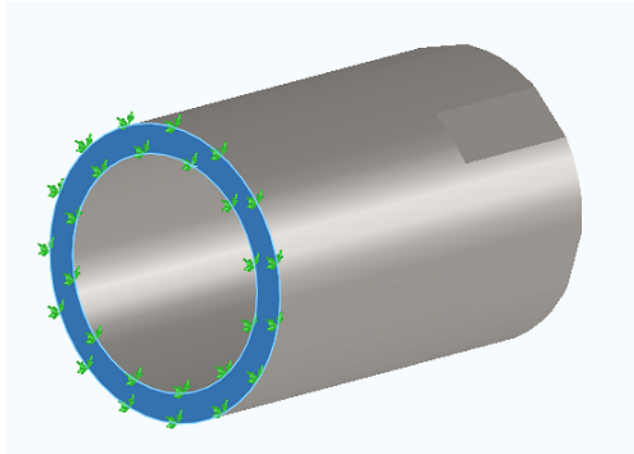


Рисунок 2.2 - Накладання граничних умов на втулку

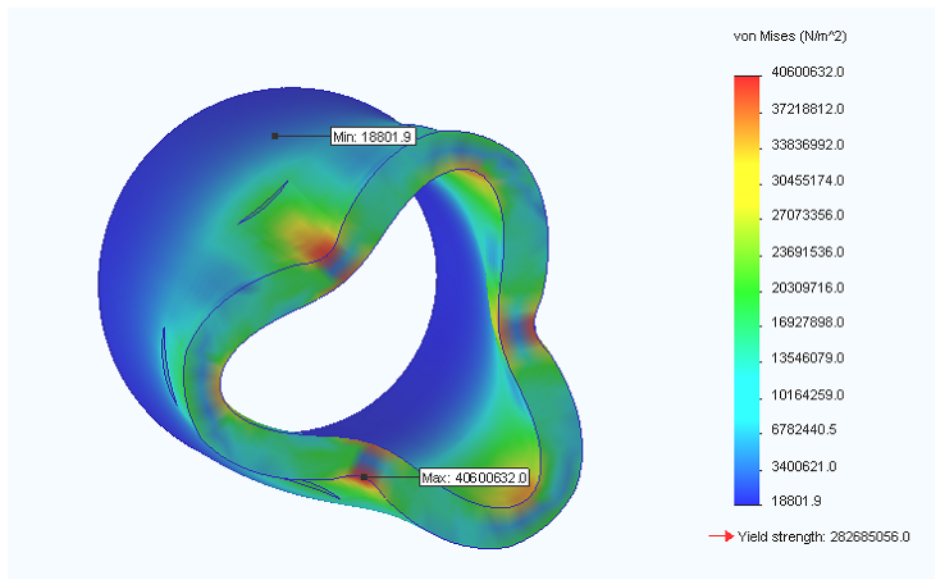


Рисунок 2.3 - Напруження, що виникають у втулці при затиску трьома затискними елементами

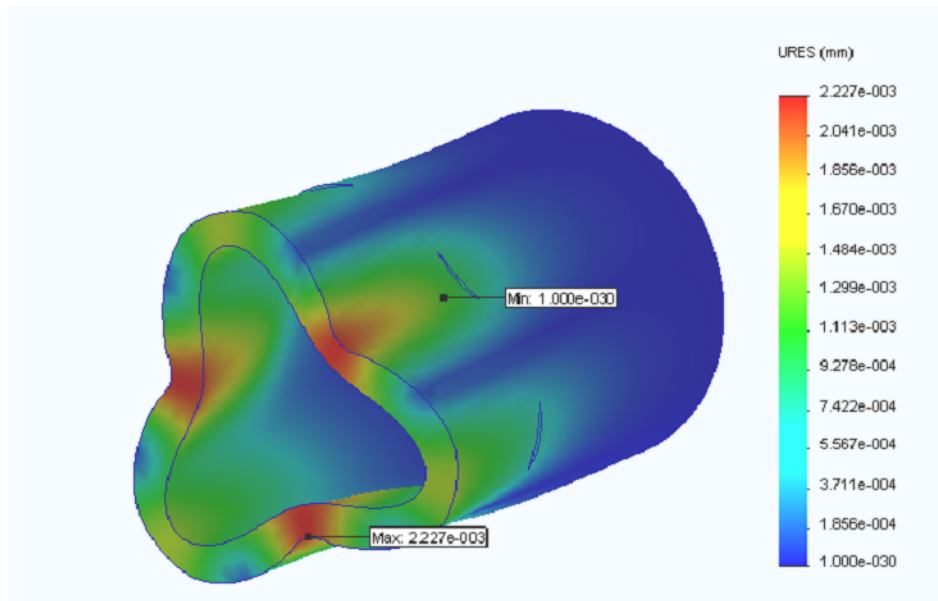


Рисунок 2.4 – Деформації, що виникають у втулці при затиску трьома затискними елементами

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-536.00.00

Арк.

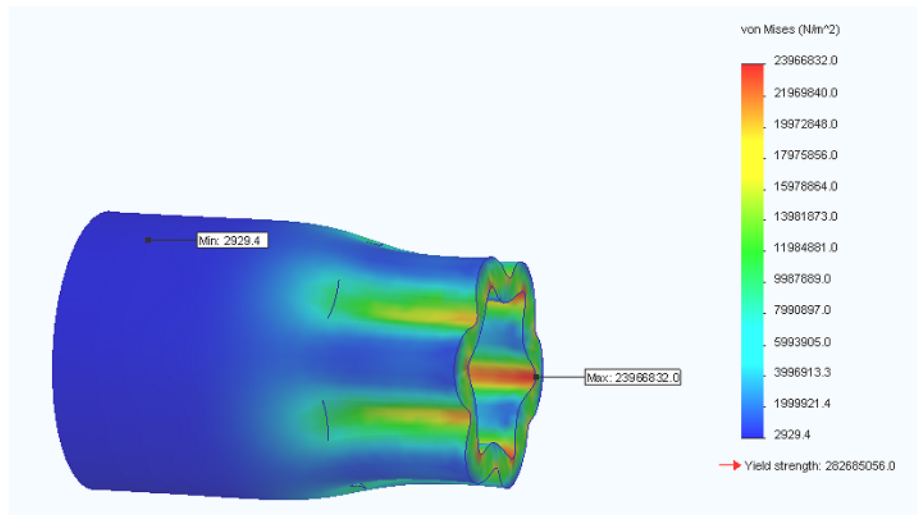


Рисунок 2.5 - Напруження, що виникають у втулці при затиску шістьма затискними елементами

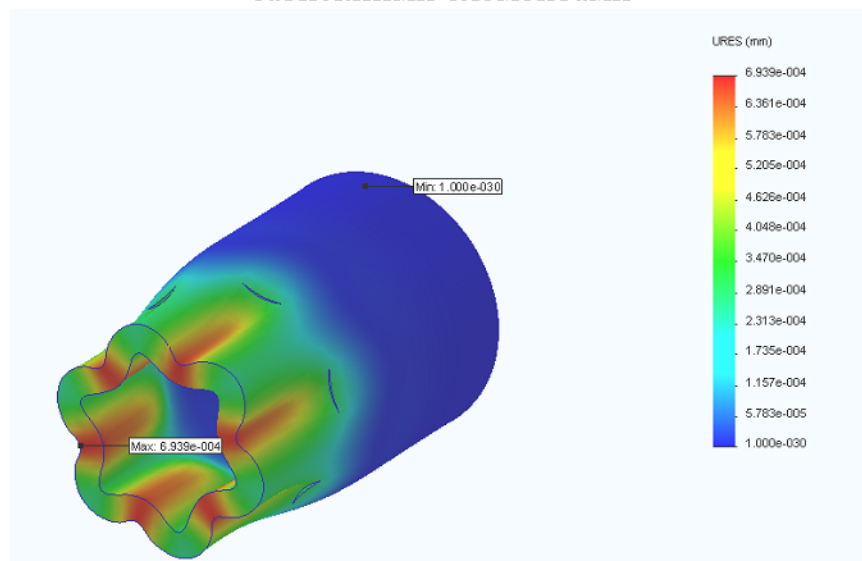


Рисунок 2.6 – Деформації, що виникають у втулці при затиску шістьма затискними елементами

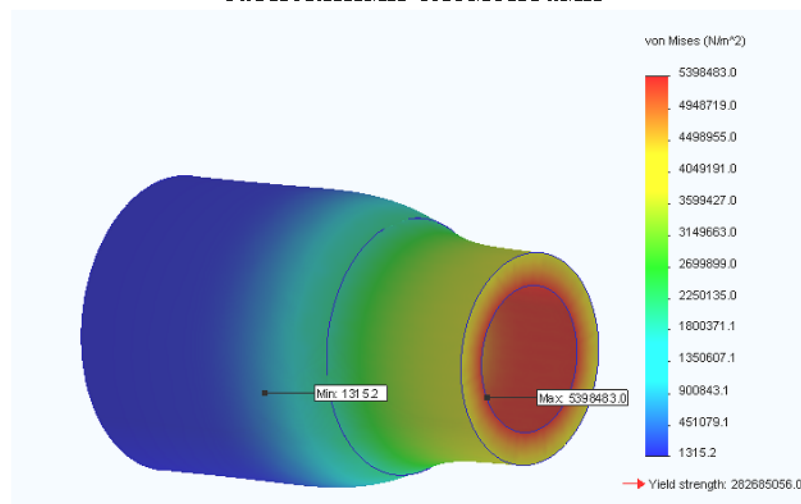


Рисунок 2.7 - Напруження, що виникають у втулці при затиску затискними елементами, що забезпечують рівномірний затиск втулки по всій циліндричній поверхні

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-536.00.00

Арк.

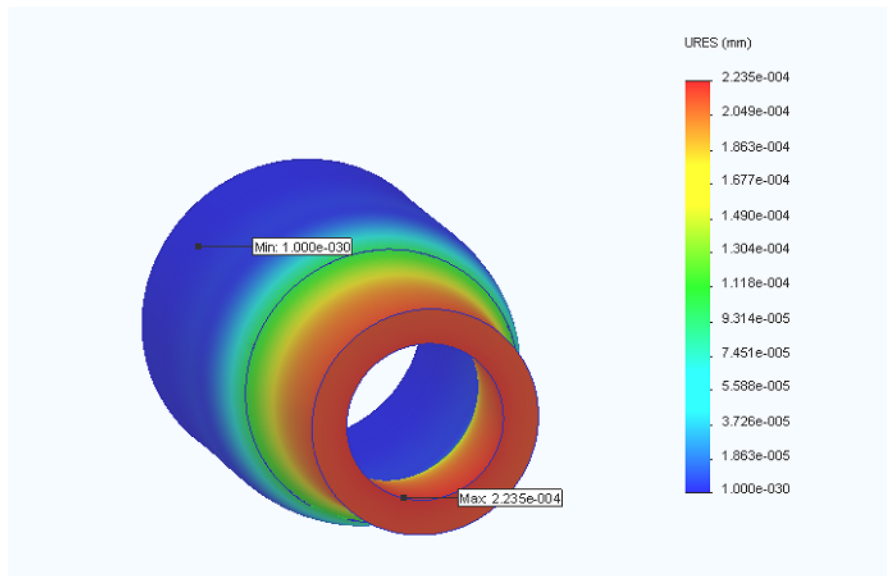


Рисунок 2.8 - Деформації, що виникають у втулці при затиску затискними елементами, що забезпечують рівномірний затиск втулки по всій циліндричній поверхні

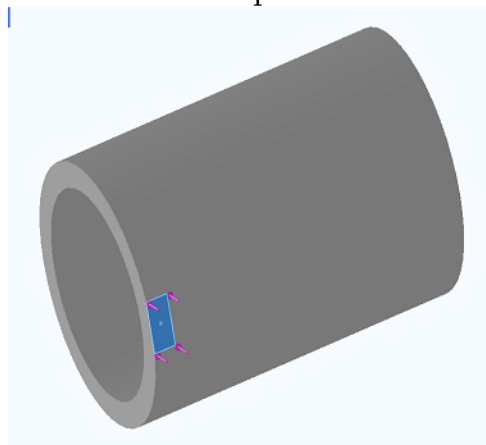


Рисунок 2.9 - Формування навантаження силою різання

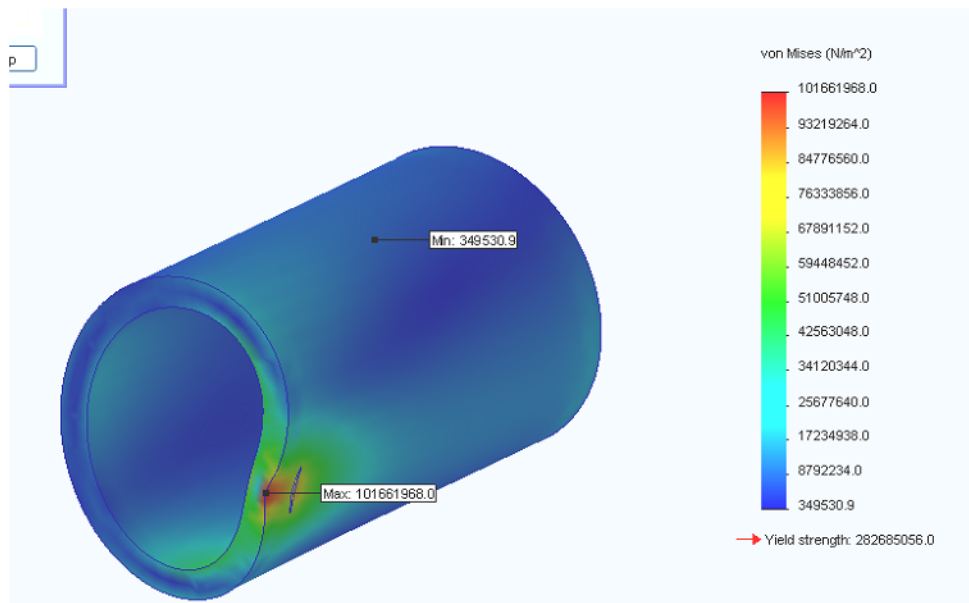


Рисунок 2.10 - Напруження, що виникають у втулці при дії сили різання

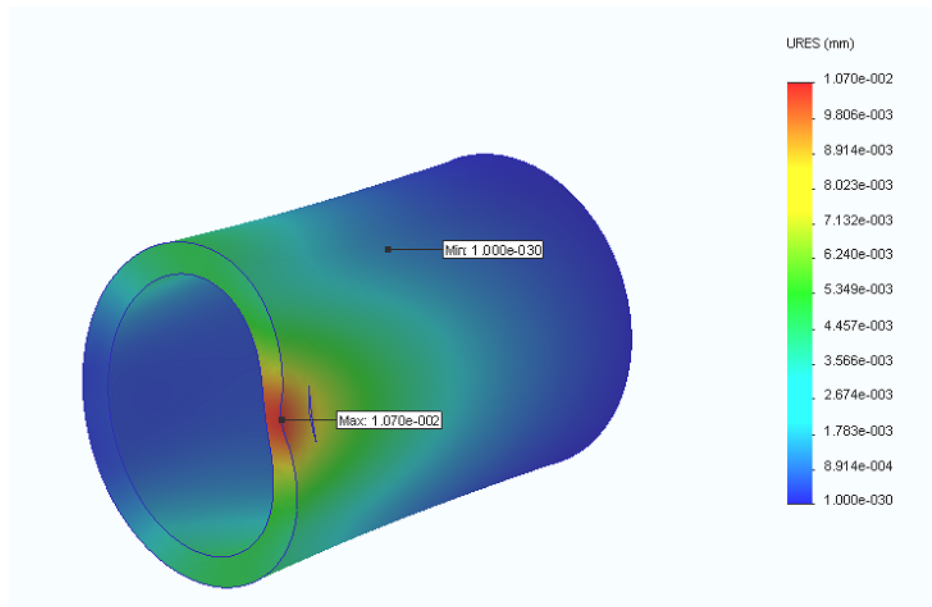


Рисунок 2.11 - Деформації, що виникають у втулці при дії сили різання

В результаті моделювання та аналізу результатів встановлено, що при затиску трьома затискними елементами максимальні напруження досягають 40,6 МПа, деформації – 0,02 мм, при цьому запас міцності становив 6,96.

При затиску шістьма затискними елементами максимальні напруження досягають 23,9 МПа, деформації – 0,006 мм, при цьому запас міцності становив 11,79.

При затиску затискними елементами, що забезпечують рівномірний затиск втулки по всій циліндричній поверхні максимальні напруження досягають 5,4 МПа, деформації – 0,002 мм, при цьому запас міцності становив 52,3.

Отже, найкращим варіантом є використання затискних елементів, що забезпечують рівномірний затиск втулки, оскільки порівняно із затиском трьома та шістьма затискними елементами максимальні напруження зменшуються у 7,52 та 4,43 рази відповідно, а деформації у 10 та 3 рази відповідно.

При прикладанні сили різання у 200Н до втулки, одержали максимальні напруження 101,6 МПа та максимальні деформації 0,1мм. Отже, під час токарної обробки у втулці виникають більші напруження та деформації ніж при її затиску при прикладанні однакових сил, що і впливає на точність її виготовлення.

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2. Експериментальні дослідження відхилення від циліндричності зовнішньої поверхні обертання втулки після токарної обробки

Відповідно поставленим завдань, проведеного літературного огляду, програма експериментальних досліджень мала такі етапи:

1. Підібрати обладнання, заготовки та різці для токарної обробки циліндричних поверхонь втулок.

2. Провести експериментальні дослідження відхилення від циліндричності поверхні втулок із сталі 40Х при токарній обробці від зміни трьох основних технологічних факторів: подачі різця, глибини різання, та швидкості різання.

Для токарної обробки втулок використовувались стандартні прохідні різці з механічним кріпленням пластин із твердого сплаву Т15К6, головний кут в плані становив 45 градусів. Відхилення від циліндричності обробленої поверхні визначали на основі даних круглограм з подальшим статистичним обробленням результатів.

Також проводився огляд проточених поверхонь для виявлення значних механічних пошкоджень. Використання різців здійснювалось в межах їх періоду стійкості.

Для визначення впливу технологічних факторів процесу проточування (незалежних факторів x_i) на відхилення від циліндричності поверхні втулок із сталі 40Х (параметр оптимізації ΔR) проведено повнофакторні експерименти, тобто встановлення відхилення від циліндричності поверхні втулок від зміни трьох основних факторів: подачі різця S , глибини різання t , та швидкості різання V , тобто $\Delta R = f(S, t, V)$.

Експериментальні дані оброблено, використовуючи загальновідомі методики регресійного аналізу, при цьому експеримент в одній точці проводився три рази.

Функцію відгуку, тобто відхилення від циліндричності поверхні втулок $\Delta R = f(S, t, V)$, визначену експериментальним методом, представлено у вигляді

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повного квадратичного полінома, використовуючи математичне моделювання. Результати вибору рівнів варіювання та кодування факторів наведено у табл. 2.1.

Побудову початкової таблиці проведено таким чином. Змінними факторами експерименту ПФЕ 3^3 було прийнято:

- подача різця S , який кодували індексом x_1 ;
- глибина різання t , яку кодували індексом x_2 ;
- швидкість різання V , яку кодували індексом x_3 .

В ході експериментів визначались середні значення, відсіювались значні похибки досліджень, потім за допомогою комп'ютерних програм проводилось статистичне оброблення результатів експерименту.

Таблиця 2.1 - Результати вибору рівнів варіювання та кодування факторів при дослідженні відхилення від циліндричності поверхні втулок після токарної обробки

Фактори	Позначення		Інтерв. варіюв.	Рівні варіювання, натур.(кодовані)		
	натур.	код.				
Подача різця	S , мм/об	x_1	0,2	0,5 (+1)	0,3 (0)	0,1 (-1)
Глибина різання	t , мм	x_2	0,4	1 (+1)	0,6 (0)	0,2 (-1)
Швидкість різання	V , м/хв	x_3	20	120 (+1)	100 (0)	80 (-1)

Значення коефіцієнтів регресії, що встановлені, після обробки даних, представлено у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 - Значення розрахованих коефіцієнтів рівнянь регресії

Коеф.	b_0	b_1	b_2	b_3	b_{12}	b_{13}	b_{23}	b_{11}	b_{22}	b_{33}
Сталь 40Х	0,019	0,0036	0,0028	$-5 \cdot 10^{-4}$	0,00125	0	0	$-7,8 \cdot 10^{-4}$	$-7,8 \cdot 10^{-4}$	$-2,8 \cdot 10^{-4}$

Загальний вигляд рівняння регресії відхилення від циліндричності

					ДР 18-536.00.00					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

поверхні втулок після токарної обробки залежно від зміни: подачі різця S , глибини різання t , та швидкості різання V , тобто $\Delta R_{(x_1, x_2, x_3)} = f(S, t, V)$ за результатами експериментів ПФЕ 3³ у кодованих значеннях дорівнює:

- під час токарної обробки втулок із сталі 40Х:

$$\Delta R_{(x_1, x_2, x_3)} = 0,019 + 0,0036x_1 + 0,0028x_2 - 5 \cdot 10^{-4}x_3 + 0,00125x_1x_2 + (2.1)$$

$$- 7,8 \cdot 10^{-4}x_1^2 - 7,8 \cdot 10^{-4}x_2^2 - 2,8 \cdot 10^{-4}x_3^2,$$

де x_1 - кодоване значення подачі різця x_2 - кодоване значення глибини різання; x_3 - кодоване значення швидкості різання.

Коефіцієнти b_{13} та b_{23} рівняння регресії (2.1) є незначущими.

У натуральних величинах рівняння регресії (2.1) після перетворення та спрощення прийнято в кінцевому вигляді:

- під час токарної обробки втулок із сталі 40Х:

$$\Delta R_{(S, t, V)} = 0,0042 + 0,02S + 0,0082t + 1,15 \cdot 10^{-4}V + 0,0156St - 0,0195S^2 - (2.2)$$

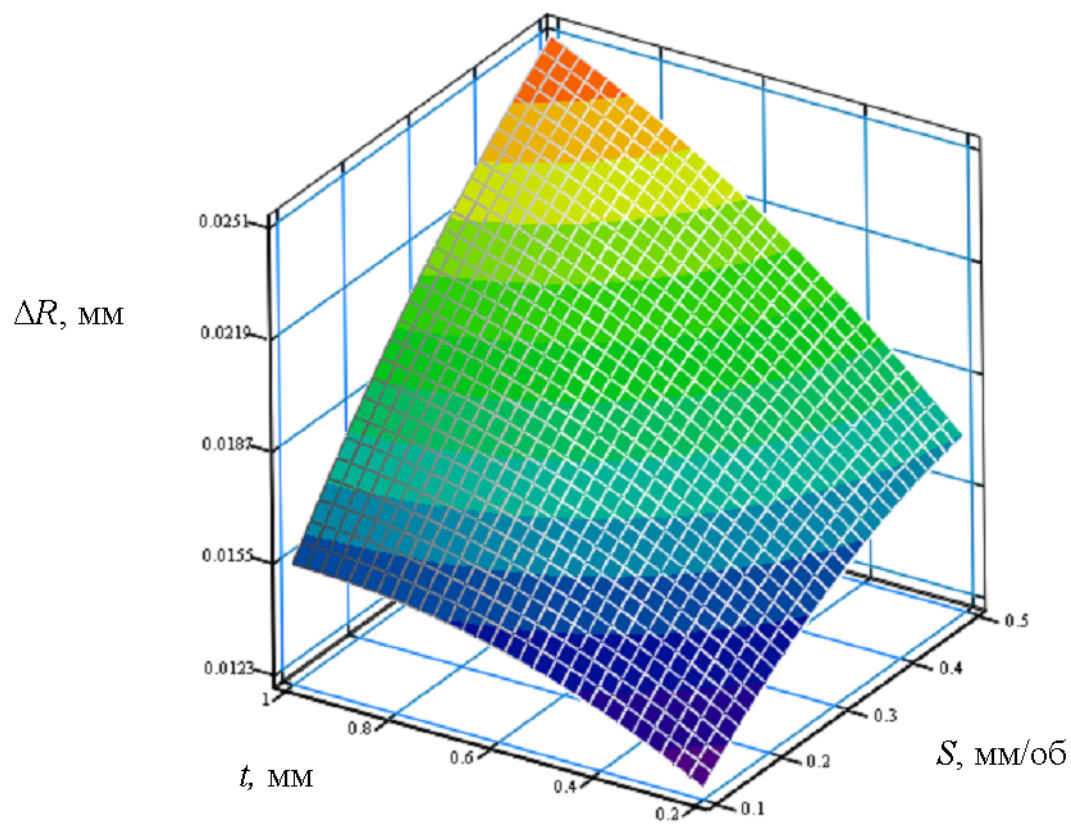
$$- 4,87 \cdot 10^{-3}t^2 - 7 \cdot 10^{-7}V^2.$$

Одержані рівняння регресії (2.1) та (2.2) можна використовувати для прогнозування відхилення від циліндричності ΔR поверхні втулок із сталі 40Х після токарної обробки залежно від подачі різця S , глибини різання t та швидкості різання V , у таких межах змінних початкових факторів:

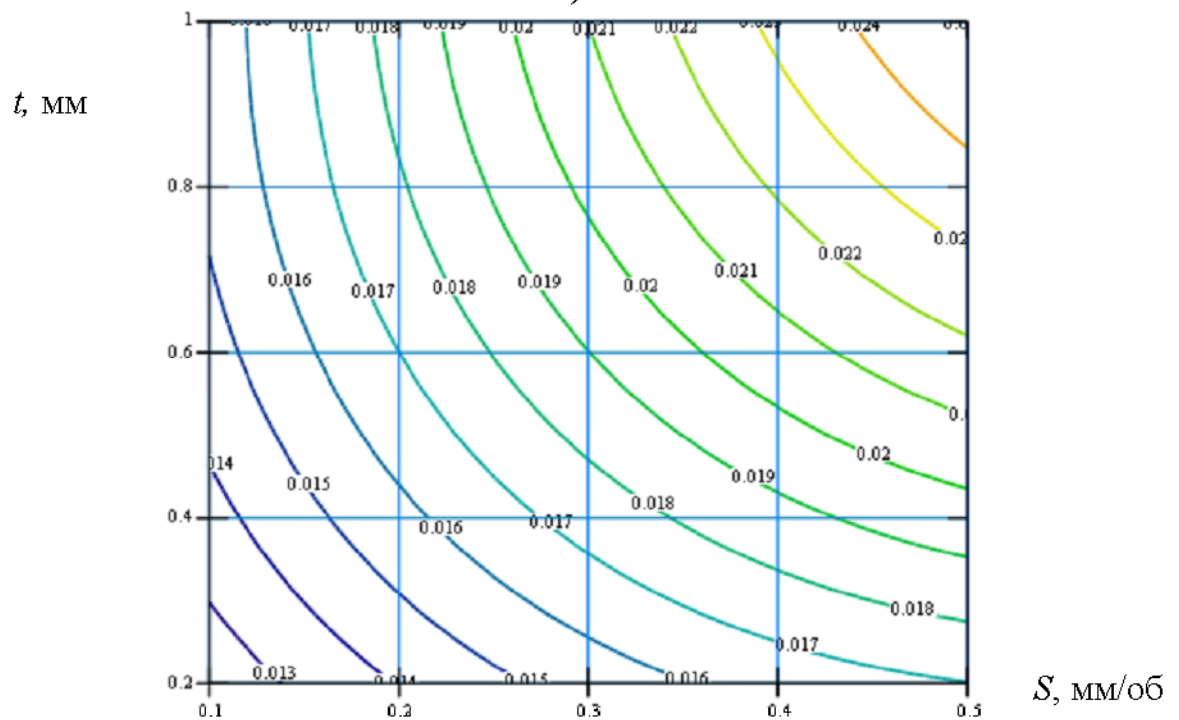
$$0,1 \leq S \leq 0,5 \text{ (мм/об)}; 0,2 \leq t \leq 1 \text{ (мм)}; 80 \leq V \leq 120 \text{ (м/хв)}.$$

Графічні значення результатів залежності відхилення від циліндричності ΔR поверхні втулок із сталі 40Х після токарної обробки, одержаних із застосуванням комп'ютера, представлено на рис. 2.12, 2.13, 2.14, 2.15, 2.16.

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

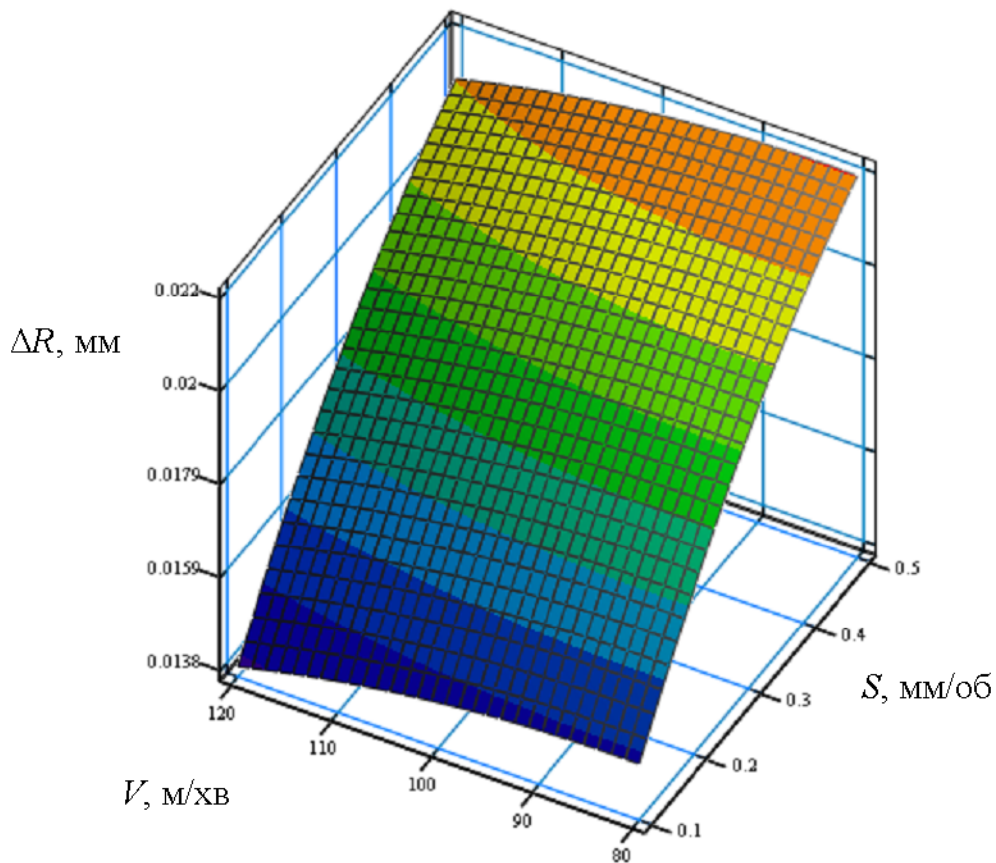


а)

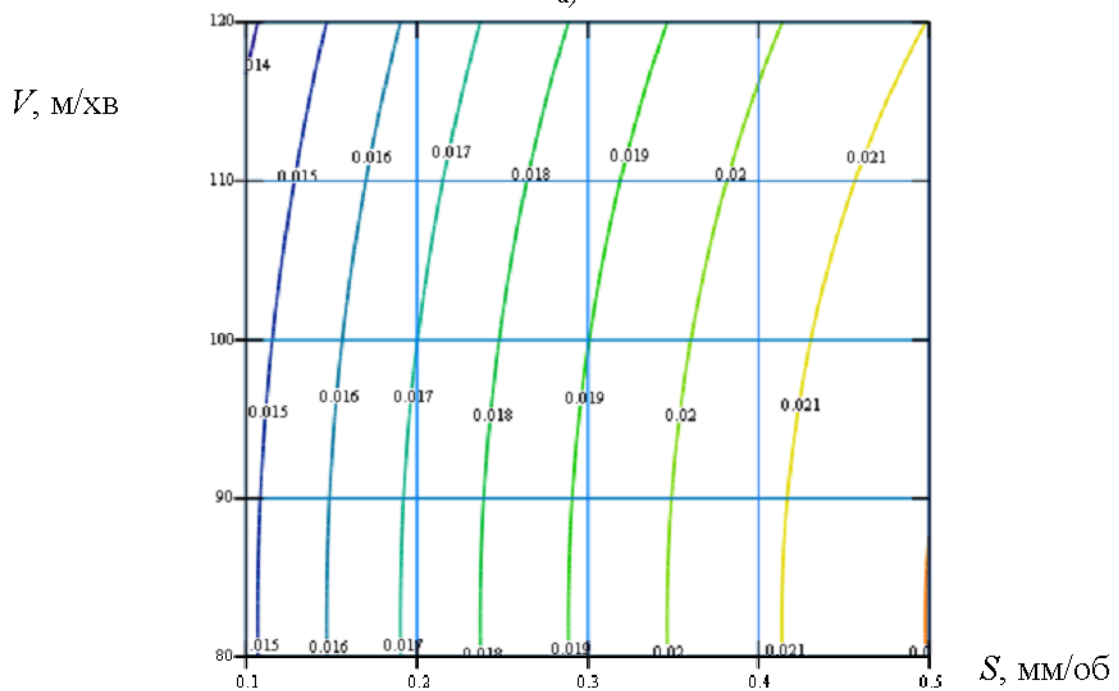


б)

Рисунок 2.12 - Поверхня відгуку (а) та двомірний переріз поверхні відгуку (б) залежності відхилення від циліндричності ΔR поверхні втулок із сталі 40Х після токарної обробки від подачі різця S та глибини різання t ($V=100\text{м/хв}$)



а)



б)

Рисунок 2.13 - Поверхня відгуку (а) та двомірний переріз поверхні відгуку (б) залежності відхилення від циліндричності ΔR поверхні втулок із сталі 40Х після токарної обробки від подачі різця S та швидкості різання V ($t=0,6\text{мм}$)

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-536.00.00

Арк.

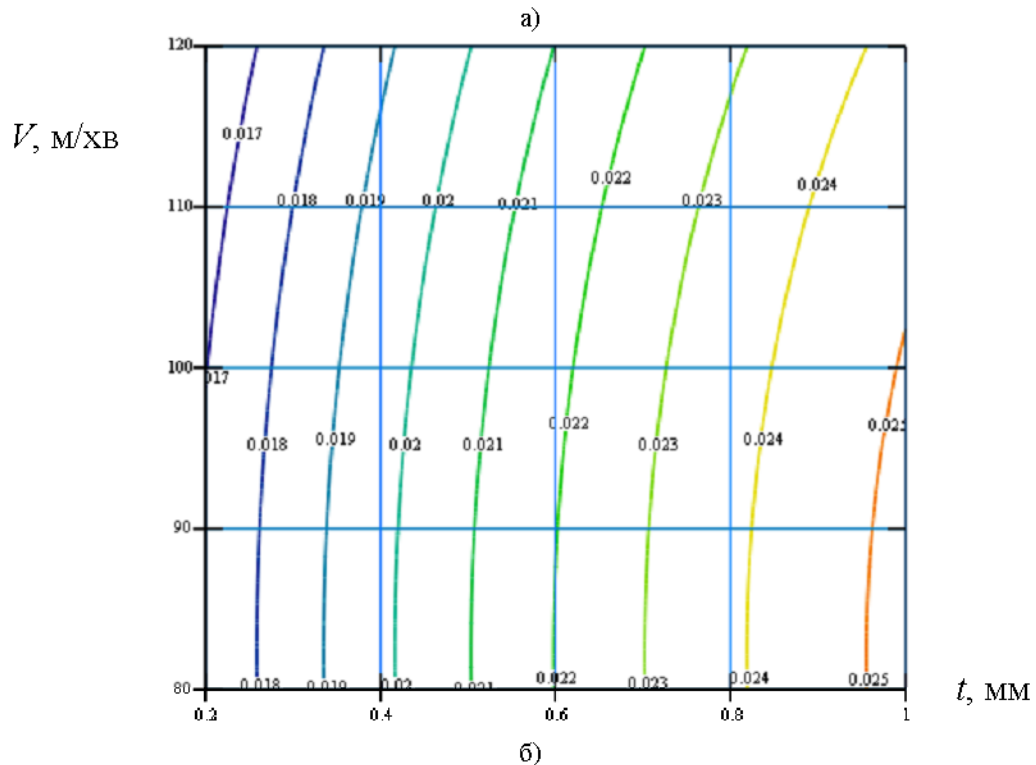
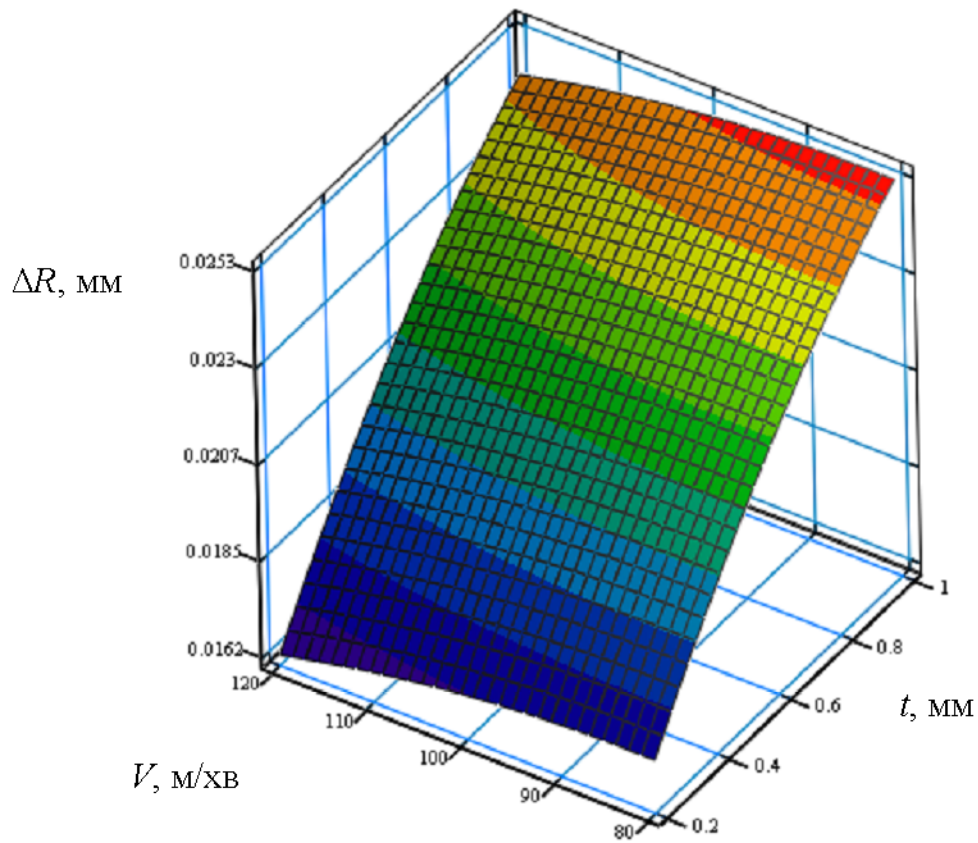


Рисунок 2.14 - Поверхня відгук (а) та двовірний переріз поверхні відгук (б) залежності відхилення від циліндричності ΔR поверхні втулок із сталі 40Х після токарної обробки від глибини різання t та швидкості різання V ($S=0,5\text{мм/об}$)

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-536.00.00

Арк.

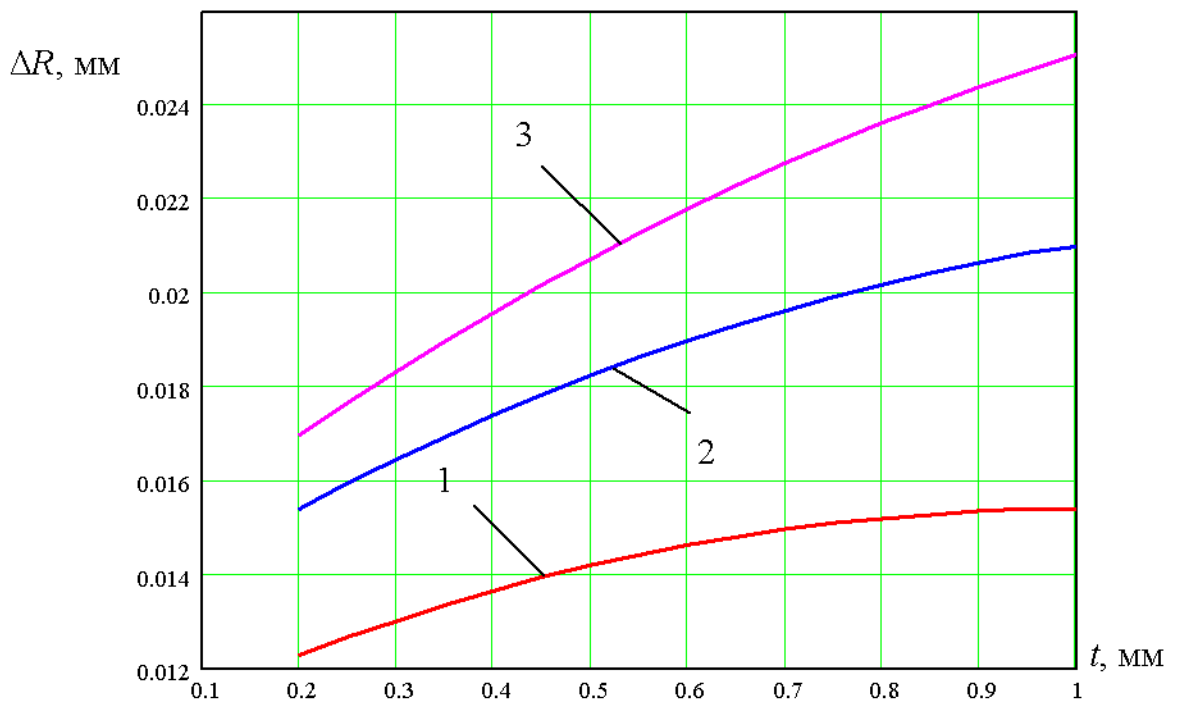


Рисунок 2.15 – Графіки залежності відхилення від циліндричності ΔR поверхні втулок із сталі 40X після токарної обробки від глибини різання t , $V=100\text{м/хв}$: 1) $S=0,1\text{мм/об}$; 2) $S=0,3\text{мм/об}$; 3) $S=0,5\text{мм/об}$

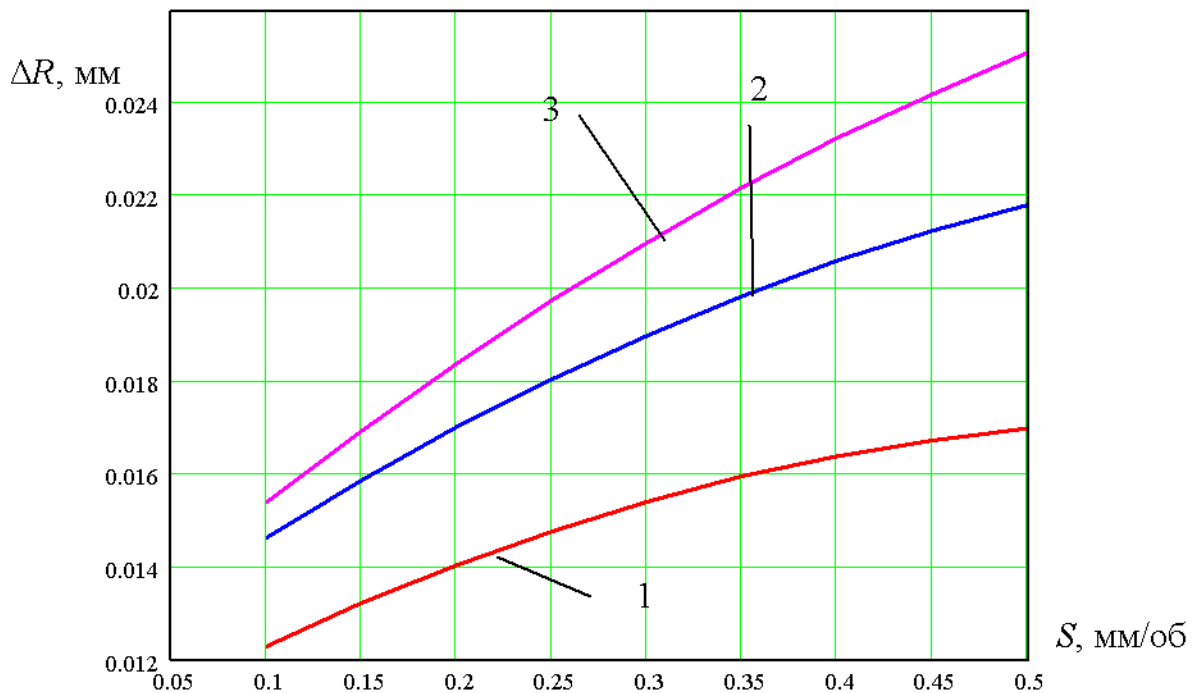


Рисунок 2.16 – Графіки залежності відхилення від циліндричності ΔR поверхні втулок із сталі 40X після токарної обробки від подачі різця S , $V=100\text{м/хв}$: 1) $t=0,2\text{мм}$; 2) $t=0,6\text{мм}$; 3) $t=1\text{мм}$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-536.00.00

Арк.

З рисунків 2.12, 2.13, 2.14, 2.15, 2.16, та на основі аналізування рівняння регресії (2.2) встановлено, що із збільшенням величин подачі різця S та глибини різання t відхилення від циліндричності ΔR поверхні втулок із сталі 40Х після токарної обробки зростає, при цьому збільшення швидкості різання V навпаки призводить до зменшення цього показника точності.

Максимальне відхилення від циліндричності ΔR поверхні втулок із сталі 40Х складає 0,025 мм, а мінімальне – 0,011 мм. Збільшення подачі різця S від 0,1 мм/об до 0,5 мм/об призводить до зростання відхилення від циліндричності в 1,71 рази. Також збільшення глибини різання t від 0,2 мм до 1 мм надає приросту відхилення від циліндричності в 1,5 рази, а збільшення швидкості різання V від 80 до 120 м/хв призводить до зменшення відхилення від циліндричності в 1,04 рази. Тому поверхні втулок доцільно проточувати при підвищених частотах обертання шпинделя із зменшенням подачі різця.

2.3. Висновки

У розділі в результаті моделювання та аналізу результатів встановлено, що при затиску трьома затискними елементами максимальні напруження досягають 40,6 МПа, деформації – 0,02 мм, при цьому запас міцності становив 6,96.

При затиску шістьма затискними елементами максимальні напруження досягають 23,9 МПа, деформації – 0,006 мм, при цьому запас міцності становив 11,79.

При затиску затискними елементами, що забезпечують рівномірний затиск втулки по всій циліндричній поверхні максимальні напруження досягають 5,4 МПа, деформації – 0,002 мм, при цьому запас міцності становив 52,3.

Отже, найкращим варіантом є використання затискних елементів, що забезпечують рівномірний затиск втулки, оскільки порівняно із затиском трьома

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

та шістьма затискними елементами максимальні напруження зменшуються у 7,52 та 4,43 рази відповідно, а деформації - у 10 та 3 рази відповідно.

При прикладанні сили різання у 200Н до втулки, одержали максимальні напруження 101,6 МПа та максимальні деформації 0,1мм. Отже, під час токарної обробки у втулці виникають більші напруження та деформації ніж при її затиску при прикладанні однакових сил, що і впливає на точність її виготовлення.

Під час експериментальних досліджень встановлено, що із збільшенням величин подачі різця S та глибини різання t відхилення від циліндричності ΔR поверхні втулок із сталі 40Х після токарної обробки зростає, при цьому збільшення швидкості різання V навпаки призводить до зменшення цього показника точності. Максимальне відхилення від циліндричності ΔR поверхні втулок із сталі 40Х складає 0,025 мм, а мінімальне – 0,011 мм. Збільшення подачі різця S від 0,1 мм/об до 0,5 мм/об призводить до зростання відхилення від циліндричності в 1,71 рази. Також збільшення глибини різання t від 0,2 мм до 1 мм надає приросту відхилення від циліндричності в 1,5 рази, а збільшення швидкості різання V від 80 до 120 м/хв призводить до зменшення відхилення від циліндричності в 1,04 рази. Тому поверхні втулок доцільно проточувати при підвищених частотах обертання шпинделя із зменшенням подачі різця.

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Службове призначення та характеристика об'єкту виробництва. Аналіз технічних вимог на виріб

Основне призначення деталі "Ковпак" РКС6.03121 – забезпечувати точне взаємне розміщення деталей (підшипників кочення, втулок, ущільнюючих елементів) у вузлі механізму сільськогосподарської машини. Від точності виконання даної деталі залежить якість складання вузла і механізму в цілому, відповідно, надійність, довговічність та безвідмовність машини.

У відповідності із класифікатором ЄСКД [2] деталь "Ковпак" РКС6.03121 відноситься до 71 класу – «тіла обертання типу кілець, дисків, шківів, блоків, стержнів, втулок, стаканів, колонок, валів, осей, штоків, шпинделів, тощо.»

В нашому випадку $L = 98$ мм, $D = 110$ мм. Отже, $0,5 < L/D=0,89 < 2$ – втулки, кришки, маточини.

Основними поверхнями деталі для службового призначення є: внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 60H10$, $Ra_{2,5}$; яка забезпечує посадку вала; зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 90h8$, $Ra_{2,5}$ \boxed{A} – є посадочним місцем для конструкційного елемента механізму; зовнішня канавка $b=4H12$; Rz_{20} ; $\varnothing 85,3h11$; Rz_{40} $\boxed{\nabla 0,06 A}$ – призначена для посадки ущільнюючого елемента – кільця; торцеві поверхні $98h14$; Rz_{40} – забезпечення якісної складання механізму; три отвори $\varnothing 12$; Rz_{80} $\boxed{\oplus 0,4 A}$ призначені під кріпильні деталі. Три отвори $\varnothing 4H14$, $Ra_{12,5}$ та три лиски $52h14$ призначені для встановлення системи фіксації. Всі решта поверхонь є другорядними.

Кожній поверхні деталі присвоюємо номер та виконуємо аналіз технічних вимог на їх формоутворення. Результати аналізу представлено в таблиці 3.1.

					<i>ДР 18-536.00.00</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Субчак</i>				ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Дичковський</i>							
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затв.</i>								
						<i>ТНТУ каф. ТМ гр. МТмз -61</i>		

Таблиця 3.1 – Аналіз технічних вимог

Позначення поверхні (поверхонь)	Зміст технічної вимоги	Метод виконання	Метод контролю
1	2	3	4
1, 13	Торцева поверхня 98h14 _(-0,87) ; Rz40 A	Точіння торця напівчистове	Штангенциркуль ІШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-88
2	Внутрішня циліндрична поверхня ∅76H14 ^(+0,74) ; Rz80	Розточування однократне	Штангенциркуль ІШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-88
3	Зовнішня циліндрична поверхня ∅90h8 _(-0,054) ; Ra2,5	Точіння чистове	Калібр-скоба (∅90) односторонній двограничний 8113-0290h8 ГОСТ 16776-93 Взірці шорсткості ГОСТ 9378-75
4	Торцева поверхня 17±0,2; Rz40	Точіння торця напівчистове	Шаблон 17±0,2 лінійний спеціальний
5	Зовнішня циліндрична поверхня ∅110; Rz200	Не обробляється різанням	Штангенциркуль ІШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-88
6	Торцева поверхня 10±0,5; Rz200	Не обробляється різанням	Штангенциркуль ІШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-88
7	Зовнішня циліндрична поверхня ∅90; Rz200	Не обробляється різанням	Штангенциркуль ІШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-88

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 3.1

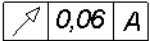
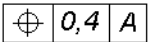
1	2	3	4
8	Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 85$; Rz200	Не обробляється різанням	Штангенциркуль ІЩ-I-125-0,1 ГОСТ 166-88
9	Торцева поверхня $12\pm 0,2$; Rz40	Точіння торця напівчистове	Шаблон $12\pm 0,2$ лінійний спеціальний
10	Радіус заокруглення зовнішній R1,5; Rz40	Утворюється інструментом	Радіусний шаблон РШ-2 ГОСТ 4126-82
11	Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 75h12_{(-0,3)}$; Rz40	Точіння напівчистове	Штангенциркуль ІЩ-I-125-0,1 ГОСТ 166-88
12	Фаска зовнішня $1,6\times 45^\circ$; Rz40	Точіння напівчистове	Кутомір тип 1-2 ГОСТ 5378-66
14	Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 62H12^{(+0,3)}$; Ra6,3	Розточування напівчистове	Штангенциркуль ІЩ-I-125-0,1 ГОСТ 166-88
15	Канавка внутрішня $b=1,9^{+0,25}$ Rz20 $\varnothing 65^{+0,4}$ Rz40	Розточування канавочним різцем	Шаблон (1,9) спеціальний Штангенциркуль спеціальний
16	Торець внутрішній $8\pm 0,2$; Rz40	Розточування напівчистове	Штангенглибиномір ІШГ-160-ГОСТ 162-88
17	Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 60H10^{(+0,120)}$; Ra2,5	Розточування чистове	Калібр-пробка($\varnothing 60$) НЕ 8136-0104H10 ГОСТ 14816-69 ПР 8136-0004H10 ГОСТ 14815-69
18	Торець внутрішній $19\pm 0,2$; Rz40	Розточування напівчистове	Штангенглибиномір ІШГ-160-ГОСТ 162-88
19	Фаска внутрішня $1,6\pm 0,1\times 30^\circ$ Rz80	Розточування однократне	Шаблон спеціальний $1,6\pm 0,1\times 30^\circ$
20	Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 70H14^{(+0,74)}$; Rz80	Розточування однократне	Штангенциркуль ІЩ-I-125-0,1 ГОСТ 166-88
21	Торець внутрішній $62H15^{(+1,2)}$; Rz40	Розточування напівчистове	Штангенглибиномір ІШГ-160-ГОСТ 162-88
22	Фаска зовнішня $1,6\times 45^\circ$; Rz80	Точіння однократне	Кутомір тип 1-2 ГОСТ 5378-66

Арк.

ДР 18-536.00.00

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

Закінчення таблиці 3.1

1	2	3	4
23	Канавка зовнішня $b=4H12$; Rz20; $\varnothing 85,3h11$; Rz40 	Розточування канавочним різцем методом копіювання за одну установку з базою А	Калібр-скоба $\varnothing 85,3h11$ спеціальний Шаблон спеціальний 4H12 Оправка 8031-4010 спеціальна Штатив ШМ-ІІН-8 ГОСТ 10197-70 Індикатор ИЧ 10Б кл.1 ГОСТ 577-68
24...26	Отвір наскрізний $\varnothing 12H14^{+0,43}$ $l=10$; $\varnothing 110 \pm 0,28$ Rz80 	Свердління по кондуктору з базуванням по базовій поверхні А	Калібр-пробка($\varnothing 12$) 8133-0954H14 спеціальний Калібр розміщення спеціальний
27...29	Лиски 52h14 ($-0,74$); Ra12,5	Фрезерування напівчистове	Шаблон спеціальний
30...32	Отвір наскрізний $\varnothing 4H14^{+0,3}$ $l=14$; $120^0 \pm 30'$, Ra12,5	Свердління по кондуктору	Калібр-пробка($\varnothing 4$) 8133-0914H14 спеціальний Калібр розміщення спеціальний

Заготовкою деталі “Ковпак” РКС6.03121є вилівок із сірого чавуну СЧ20 ГОСТ 1412-85 згідно креслення деталі.

В нижченаведених таблицях приводимо хімічний склад та механічні властивості цього матеріалу згідно [3] С. 215-217.

Таблиця 3.2 – Хімічний склад сірого чавуну СЧ20, % (ГОСТ 1412-85)

C	Si	Mn	P	S
3,3-3,5	1,4-2,2	0,7-1,0	0,20	0,15

Примітка: Допускається низьке легування різними елементами (хром, нікель, мідь, титан та ін.).

Таблиця 3.3 – Механічні властивості сірого чавуну СЧ20 ГОСТ 1412-85

$\sigma_{зг}$, МПа	$\sigma_{в}$, МПа	$\sigma_{зж}$, МПа	$\tau_{зр}$, МПа	ρ , г/см ³	НВ
420	200	800	200	7,2	230

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технологічні властивості сірого чавуну СЧ20 [3]. “Чавун має хороші антифрикційні властивості, високу зносостійкість і добре гасить вібрації. Сірий чавун – технологічний метал. Його розплав володіє хорошою рідкотекучістю, малою здатністю до утворення дефектів. Із нього можна виготовляти виливки найскладнішої конфігурації з товщиною стінок від 2 до 500 мм.”

3.2. Аналіз технологічності конструкції деталі

Дані про кількісні показники технологічності представлено таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Кількісні показники технологічності

Назва поверхні. Позначення на кресленні	Кількість поверхонь	Кількість уніфікованих поверхонь	Квалітет точності	Параметр шорсткості по ГОСТ 2789-73	Клас шорсткості (чистоти поверхні)
1	2	3	4	5	6
Торцева поверхня 98h14 _(-0,87)	2	2	14	Rz40	4
Внутрішня ци- ліндрична поверхня ∅76H14 ^(+0,74)	1	1	14	Rz80	3
Зовнішня ци- ліндрична поверхня ∅90h8 _(-0,054)	1	1	8	Ra2,5	6
Торцева поверхня 17±0,2	1	1	14	Rz40	4
Зовнішня циліндрична поверхня ∅110	1	1	16	Rz200	1
Торцева поверхня 10±0,5	1	1	16	Rz200	1
Зовнішня циліндрична поверхня ∅90	1	1	16	Rz200	1

Продовження таблиці 3.4

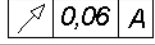
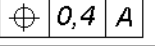
1	2	3	4	5	6
Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 85$	1	1	16	Rz200	1
Торцева поверхня $12 \pm 0,2$	1	1	14	Rz40	4
Радіус заокруглення зовнішній R1,5	1	1	14	Rz40	4
Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 75h12(-0,3)$	1	1	12	Rz40	4
Фаска зовнішня $1,6 \times 45^\circ$	1	1	14	Rz40	4
Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 62H12(+0,3)$;	1	1	12	Ra6,3	4
Канавка внутрішня $b=1,9^{+0,25} \varnothing 65^{+0,4}$	1	–	14	Rz20	5
Торець внутрішній $8 \pm 0,2$	1	1	14	Rz40	4
Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 60H10(+0,120)$	1	1	10	Ra2,5	6
Торець внутрішній $19 \pm 0,2$	1	1	14	Rz40	4
Фаска внутрішня $1,6 \pm 0,1 \times 30^\circ$	1	–	14	Rz80	3
Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 70H14(+0,74)$	1	1	14	Rz80	3
Торець внутрішній $62H15(+1,2)$	1	1	15	Rz40	4
Фаска зовнішня $1,6 \times 45^\circ$	1	1	14	Rz80	3

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-536.00.00

Арк.

Закінчення таблиці 3.4

1	2	3	4	5	6
Канавка зовнішня b=4H12; Ø85,3h11 	1	–	12	Rz20	5
Отвір наскрізний Ø12H14(+0,43) l=10; 	3	3	14	Rz80	3
Отвір наскрізний Ø4H14(+0,3) l=14; 120°±30', Ra12,5	3	3	14	Ra12,5	4
Лиски 52h14 (-0,74); Ra12,5	3	3	14	Ra12,5	4
Разом	32	30			

Коефіцієнт точності обробки

$$K_{\text{т.ч.}} = 1 - \frac{1}{T_{\text{ср}}}, \quad (3.1)$$

$$T_{\text{ср}} = \frac{8 \cdot 1 + 10 \cdot 1 + 12 \cdot 3 + 14 \cdot 22 + 15 \cdot 1 + 16 \cdot 4}{32} = 13,78;$$

$$K_{\text{т.ч.}} = 1 - \frac{1}{13,78} = 0,93.$$

При $K_{\text{т.ч.}} = 0,93 > 0,8$ ковпак є технологічним.

Коефіцієнт шорсткості.

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{B_{\text{ср}}}, \quad (3.2)$$

$$B_{\text{ср}} = \frac{\sum B_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{1 \cdot 4 + 3 \cdot 8 + 4 \cdot 17 + 5 \cdot 2 + 6 \cdot 2}{32} = 3,7,$$

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{3,7} = 0,27.$$

Арк.

ДР 18-536.00.00

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

При $K_{ш} = 0,27 > 0,16$ ковпак можна вважати технологічним.

Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів:

$$K_{у.е.} = \frac{30}{32} = 0,94, \quad (3.3)$$

Для показника $K_{у.е.} = 0,94$ деталь є технологічною.

В загальному деталь не має важко оброблюваних деталей, матеріал піддається литву із хорошими характеристиками. Для механічної обробки не потрібне застосування спеціальних інструментів.

3.3. Аналіз типу та організаційної форми виробництва

Тип виробництва встановлюємо залежно від річної програми випуску $N = 15\ 000$ шт. і маси деталі $m = 1,7$ кг із довідників.

Отже тип виробництва деталі “Ковпак” – середньосерійний.

3.4. Вибір способу одержання заготовки

Приймаємо для порівняння такі методи отримання заготовки:

- 1) лиття в піщані форми при машинному формуванні;
- 2) лиття в піщані форми при ручному формуванні.

Згідно додатку [1] та ГОСТ 26645-85, для лиття в піщані форми при машинному формуванню: класи точності розмірів і мас – 7 кл; ряд припусків на механічну обробку – 2.

Для лиття в піщані форми при ручному формуванні: класи точності розмірів і мас – 10 кл; ряд припусків на механічну обробку – 3.

Встановлюємо масу заготовки:

$$Q = V_{заг} \cdot \rho, \quad (3.4)$$

де ρ – густина матеріалу, сірого чавуну СЧ20 $\rho = 7,2$ г/см³.

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальні табличні припуски та розрахунки представлено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Загальні припуски і розміри заготовки

Оброблювана поверхня, її розмір, точність	Параметр шорсткості деталі, мкм	Допуск заготовки, мм	Загальний припуск, мм	Розмір заготовки із граничними відхиленнями
1	2	3	4	5
1) Лиття в піщані форми при машинному формуванні: 7 кл. точності розмірів і мас, 2 ряд припусків				
Торцева поверхня 98h14 _(-0,87)	Rz40	1,1	1,6 × 2 = 3,2	101,2±0,55
Зовнішня циліндрична поверхня Ø90h8 _(-0,054)	Ra2,5	1,1	2,4 × 2 = 4,8	Ø 94,8±0,55
Зовнішня циліндрична поверхня Ø110;	Rz200	1,2	–	Ø110±0,6
Торцева поверхня 17±0,2	Rz40	0,8	1,3	15,7±0,4
Зовнішня циліндрична поверхня Ø90	Rz200	1,1	–	Ø90±0,55
Зовнішня циліндрична поверхня Ø85	Rz200	1,1	–	Ø85±0,55
Внутрішня циліндрична поверхня Ø60H10 ^(+0,120)	Ra2,5	1,0	2,0 × 2 = 4,0	Ø56±0,5
R13	Rz200	0,7	–	R13±0,35
2) Для лиття в піщані форми при ручному формуванні: 10 кл. точності розмірів і мас, 3 ряд припусків				
Торцева поверхня 98h14 _(-0,87)	Rz40	2,8	3,6 × 2 = 7,2	105,2±1,4
Зовнішня циліндрична поверхня Ø90h8 _(-0,054)	Ra2,5	2,8	4,5 × 2 = 9,0	Ø 99±1,4
Зовнішня циліндрична поверхня Ø110;	Rz200	3,2	–	Ø110±1,6
Торцева поверхня 17±0,2	Rz40	2,0	2,8	14,2±1,0
Зовнішня циліндрична поверхня Ø90	Rz200	2,8	–	Ø90±1,4
Зовнішня циліндрична поверхня Ø85	Rz200	2,8	–	Ø85±1,4

Закінчення таблиці 3.5

1	2	3	4	5
Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 60H10(^{+0,120})$	Ra2,5	2,4	$4,0 \times 2 = 8,0$	$\varnothing 52 \pm 1,2$
R13	Rz200	1,8	–	R13 $\pm 0,9$

Для розрахунку маси заготовки використовуємо таку формулу:

$$Q = Q_{\text{припуск}} + q, \quad (3.5)$$

де Q – маса заготовки, кг;

$Q_{\text{припуск}}$ – маса припуску, кг

q – маса деталі, кг.

Маса припуску деталі встановлена за наступною формулою:

$$Q = V_s \cdot \rho. \quad (3.6)$$

Визначаємо об'єм припуску із циліндричних поверхонь для двох методів одержання заготовки за формулою:

$$V = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot H}{4}, \quad (3.7)$$

– для першого методу одержання заготовки:

$$\begin{aligned} V_1 = & \frac{\pi \cdot (94,8^2 - 90^2) \cdot 1,6}{4} + \frac{\pi \cdot (94,8^2 - 90^2) \cdot 17}{4} + \frac{\pi \cdot (110^2 - 94,8^2) \cdot 1,3}{4} + \\ & + \frac{\pi \cdot (85^2 - 75^2) \cdot 12}{4} + \frac{\pi \cdot (85^2 - 56^2) \cdot 1,6}{4} + \frac{\pi \cdot (76^2 - 56^2) \cdot 62}{4} + \\ & + \frac{\pi \cdot (70^2 - 56^2) \cdot 19}{4} + \frac{\pi \cdot (60^2 - 56^2) \cdot 17}{4} = 197327,2 \text{ мм}^3 = 197,3 \text{ см}^3. \end{aligned}$$

- для другого методу одержання заготовки:

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_2 = \frac{\pi \cdot (99^2 - 90^2) \cdot 3,6}{4} + \frac{\pi \cdot (99^2 - 90^2) \cdot 17}{4} + \frac{\pi \cdot (110^2 - 99^2) \cdot 2,8}{4} +$$

$$+ \frac{\pi \cdot (85^2 - 75^2) \cdot 12}{4} + \frac{\pi \cdot (85^2 - 52^2) \cdot 3,6}{4} + \frac{\pi \cdot (76^2 - 52^2) \cdot 62}{4} +$$

$$+ \frac{\pi \cdot (70^2 - 52^2) \cdot 19}{4} + \frac{\pi \cdot (60^2 - 52^2) \cdot 17}{4} = 245564,78 \text{ мм}^3 = 245,65 \text{ см}^3.$$

Визначаємо масу припуску:

$$Q_{\text{припуск1}} = 197,3 \cdot 7,2 = 1420,56 \text{ г} = 1,42 \text{ кг}.$$

$$Q_{\text{припуск2}} = 245,56 \cdot 7,2 = 1768 \text{ г} = 1,77 \text{ кг}.$$

Визначаємо масу заготовок:

$$Q_1 = 1,7 + 1,42 = 3,12 \text{ кг}.$$

$$Q_2 = 1,7 + 1,77 = 3,47 \text{ кг}.$$

Розраховуємо коефіцієнт використання матеріалу :

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{q}{Q}, \quad (3.8)$$

де q – маса деталі, $q = 1,7$ кг.

Q – маса заготовки;

$$K_{\text{в.м.1}} = \frac{1,7}{3,12} = 0,54.$$

$$K_{\text{в.м.2}} = \frac{1,7}{3,47} = 0,5.$$

Заповнюємо порівняльну таблицю 3.6.

Таблиця 3.6 – Порівняльна таблиця

Назва позиції	Перший варіант	Другий варіант
Вид заготовки	Виливок в піщані форми при машинному формуванні	Виливок в піщані форми при ручному формуванні
$K_{\text{в.м.}}$	0,54	0,5

Заготовку другого варіанту розрахунків приймаємо для подальшого розроблення технологічного процесу, оскільки він дешевший.

3.5. Вибір методів оброблення і технологічних баз

При обробці деталі “Ковпак” РКС6.03121 на 005, 010 токарних операціях в якості пристосування використовується патрон трьохкулачковий клиновий з пневмозатиском ГОСТ 24351-80 з базуванням деталі по торцю і зовнішній поверхні.

На 015 вертикально-свердлильній операції деталь базується по зовнішній циліндричній поверхні з установкою на оправку в спеціальному пристосуванні – кондукторі. Затиск деталі на цій операції здійснюється кондукторною плитою приводом свердлильної головки, яка працює разом із кондуктором.

На 020 вертикально-фрезерній операції деталь базується по зовнішній циліндричній поверхні в двох призмах з упором в торець та орієнтацією по отвору на зрізаний палець в спеціальному пристосуванні з пневмозатиском двома призмами.

На 025 вертикально-свердлильній операції деталь базується по внутрішній циліндричній поверхні на розтискній цанзі з упором в торець та орієнтацією по отвору на зрізаний палець в спеціальному кондукторі з поворотною плитою.

3.6. Формування маршрутно-операційного технологічного процесу виготовлення виробу з вибором технологічного обладнання

Для вирішення поставлених завдань заповнюємо таблицю 3.7. із паралельним вибором кращих маршрутів обробки деталі.

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.7 – Методи і маршрути обробки поверхонь деталі

№ пов.	Вид поверхні, позначення	Вихідні параметри деталі		Варіанти методів, маршрутів обробки поверхонь	
		Квалітет (ступінь точності)	Шорсткість, мкм	1	2
1	2	3	4	5	6
1, 13	Торцева поверхня $98h14_{(-0,87)} \boxed{A}$	14	Rz40	1. Точіння торця чорнове 2. Точіння торця напівчистове	
2	Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 76H14_{(+0,74)}$	14	Rz80	Розточування однократне	
3	Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 90h8_{(-0,054)}$	8	Ra2,5	1. Точіння чистове 2. Точіння напівчистове 3. Точіння чистове	1. Точіння чистове 2. Точіння напівчистове 3. Шліфування напівчистове
4	Торцева поверхня $17\pm 0,2$	14	Rz40	1. Точіння торця чорнове 2. Точіння торця напівчистове	
5	Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 110$	16	Rz200	Не обробляється різанням	
6	Торцева поверхня $10\pm 0,5$	16	Rz200	Не обробляється різанням	
7	Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 90$	16	Rz200	Не обробляється різанням	
8	Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 85$	16	Rz200	Не обробляється різанням	
9	Торцева поверхня $12\pm 0,2$	14	Rz40	1. Точіння торця чорнове 2. Точіння торця напівчистове	

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-536.00.00

Арк.

Продовження таблиці 3.7

1	2	3	4	5	6
10	Радіус заокруглення зовнішній R1,5	14	Rz40	Утворюється інструментом	
11	Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 75h12(-0,3)$	12	Rz40	1. Точіння чистове 2. Точіння напівчистове	
12	Фаска зовнішня $1,6 \times 45^\circ$	14	Rz40	1. Точіння чистове 2. Точіння напівчистове	
14	Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 62H12(+0,3)$	12	Ra6,3	1. Розточування чистове 2. Розточування напівчистове	
15	Канавка внутрішня $b=1,9^{+0,25}$ Rz20 $\varnothing 65^{+0,4}$ Rz40	14	Rz20	Розточування канавочним різцем	Фрезерування дисковою фрезою
16	Торець внутрішній $8 \pm 0,2$; Rz40	14	Rz40	Розточування напівчистове	
17	Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 60H10(+0,120)$	10	Ra2,5	1. Розточування чистове 2. Розточування напівчистове 3. Розточування чистове	1. Розточування чистове 2. Розточування напівчистове 3. Протягування
18	Торець внутрішній $19 \pm 0,2$	14	Rz40	1. Розточування чистове 2. Розточування напівчистове	
19	Фаска внутрішня $1,6 \pm 0,1 \times 30^\circ$ Rz80	14	Rz80	Розточування Однократне	
20	Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 70H14(+0,74)$	14	Rz80	Розточування однократне	

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-536.00.00

Арк.

Закінчення таблиці 3.7

1	2	3	4	5	6
21	Торець внутрішній 62H15 ^(+1,2)	15	Rz40	1. Розточування чистове 2. Розточування напівчистове	
22	Фаска зовнішня 1,6×45°; Rz80	14	Rz80	Точіння однократне	
23	Канавка зовнішня b=4H12; Rz20; Ø85,3h11; Rz40 	12	Rz20	Розточування канавочним різцем методом копіюван- ня за одну установ- ку з базою А	Фрезерування дисковою фрезою
24... 26	Отвір наскрізний Ø12H14 ^(+0,43) l=10; Rz80 	14	Rz80	Свердління по кондуктору з базуванням по базовій поверхні А	1. Центрування 2. Свердління попередньо по програмі
27... 29	Лиски 52h14 ^(-0,74) ; Ra12,5	14	Ra12,5	Фрезерування однократне торцевою фрезою	Фрезерування однократне циліндричною фрезою
30... 32	Отвір наскрізний Ø4H14 ^(+0,3) l=14; 120°±30'; Ra12,5	14	Ra12,5	Свердління по кондуктору	

Розробляємо операційну технологію.

Операція 005. Токарна з ЧПК.

1. Встановити заготовку, закріпити.
2. Підрізати попередньо торець 13, витримуючи розмір 102,4_{-1,4}; точити попередньо поверхню 11, витримуючи розмір Ø75,9_{-0,74}; точити попередньо торець 9, витримуючи розмір 12±0,5 послідовно.

3. Підрізати остаточно торець 13, витримуючи розмір 101,6_{-0,87}; точити зовнішню фаску 12, витримуючи розмір 1,6×45°; точити остаточно поверхню 11, витримуючи розмір Ø75_{-0,3}; точити остаточно торець 9, витримуючи розмір 12±0,2 послідовно.

Арк.

ДР 18-536.00.00

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

4. Розточити попередньо отвори 14, 17, витримуючи розмір $\varnothing 59,1^{+0,74}$; $101,6_{-0,87}$.

5. Розточити остаточно отвір 14 з підрізкою торця 16, витримуючи розміри $\varnothing 62^{+0,3}$; $8\pm 0,2$; розточити попередньо отвір 17, витримуючи розміри $\varnothing 59,75^{+0,3}$; $11,8\pm 0,2$; послідовно.

6. Розточити остаточно отвір 17, витримуючи розміри $\varnothing 60^{+0,062}$; $11,8\pm 0,2$.

7. Розточити внутрішню канавку 15, витримуючи розміри $1,9^{+0,25}$; $\varnothing 65^{+0,4}$.

8. Зняти деталь.

9. Перевірити розміри: $101,6_{-0,87}$; $1,6\times 45^\circ$; $\varnothing 62^{+0,3}$; $8\pm 0,2$; $\varnothing 60^{+0,062}$; $12\pm 0,2$; $1,9^{+0,25}$; $\varnothing 65^{+0,4}$; Ra2,5.

Контроль 30%.

Операція 010. Токарна з ЧПК.

1. Встановити заготовку, закріпити.

2. Підрізати попередньо торець 1, витримуючи розмір $98,8_{-1,4}$; точити попередню поверхню 3, витримуючи розмір $\varnothing 91,2_{-0,87}$; точити попередню торець 4, витримуючи розмір $17\pm 0,5$ послідовно.

3. Підрізати остаточно торець 1, витримуючи розмір $98_{-0,87}$; точити зовнішню фаску 22, витримуючи розмір $1,75\times 45^\circ$; точити попередню поверхню 3, витримуючи розмір $\varnothing 90,3_{-0,22}$; точити остаточно торець 4, витримуючи розмір $17\pm 0,2$ послідовно.

4. Точити остаточно поверхню 3, витримуючи розмір $\varnothing 90_{-0,054}$; $17\pm 0,2$.

5. Розточити попередньо отвір 20 з підрізкою торця 18, витримуючи розмір $\varnothing 66^{+0,74}$; $80,2\pm 0,3$.

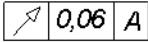
6. Розточити отвір 2 з підрізкою торця 21, витримуючи розміри $\varnothing 72^{+0,74}$; $61,2^{+1,2}$; розточити остаточно отвір 20 з остаточною підрізкою торця 18, витримуючи розміри $\varnothing 70^{+0,74}$; $19,8\pm 0,2$; розточити внутрішню фаску 19, витримуючи розмір $1,6\times 30^\circ$ послідовно.

7. Розточити остаточно отвір 2 з підрізкою торця 21, витримуючи розміри $\varnothing 76^{+0,74}$; $62^{+1,2}$.

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8. Точити зовнішню канавку 23, витримуючи розміри $4^{+0,12}$; $\varnothing 85,3_{-0,22}$.

9. Зняти деталь.

10. Перевірити розміри: $98_{-0,87}$; $\varnothing 90_{-0,054}$; $\varnothing 70^{+0,74}$; $19 \pm 0,2$; $1,6 \times 45^\circ$; $1,6 \times 30^\circ$;
 $\varnothing 76^{+0,74}$; $62^{+1,2}$; $4^{+0,12}$; $\varnothing 85,3_{-0,22}$; Ra2,5; 

Контроль 30%.

Операція 015. Вертикально-свердлильна

1. Встановити заготовку, закріпити.

2. Свердлити три отвори 24...26 одночасно, витримуючи розміри $\varnothing 12H14(^{+0,43})$; $l=10\text{мм}$; $\varnothing 110 \pm 0,28$

3. Розкріпити деталь, зняти.

4. Перевірити розміри: $\varnothing 12H14(^{+0,43})$; $l=10\text{мм}$; $\varnothing 110 \pm 0,28$ Контроль 30%.

На вертикально-свердлильному верстаті мод. 2Н135.

Операція 020. Вертикально-фрезерна

1. Встановити заготовку, закріпити.

2. Фрезерувати лиску 27, витримуючи розмір $52h14_{(-0,74)}$.

3. Розкріпити деталь, повернути на 120° .

4. Фрезерувати лиску 28, витримуючи розмір $52h14_{(-0,74)}$.

5. Розкріпити деталь, повернути на 120° .

6. Фрезерувати лиску 29, витримуючи розмір $52h14_{(-0,74)}$.

7. Перевірити розміри: $52h14_{(-0,74)}$ 120° . Контроль 30%.

На вертикально-фрезерному верстаті мод. 6Р12.

Операція 025. Вертикально-свердлильна

1. Встановити заготовку, закріпити.

2. Свердлити послідовно три отвори 30...32, витримуючи розміри $\varnothing 4H14(^{+0,3})$ $l=14$; $120^\circ \pm 30'$

3. Розкріпити деталь, зняти.

4. Перевірити розміри: $\varnothing 4H14(^{+0,3})$ $l=14$; $120^\circ \pm 30'$ Контроль 30%.

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На вертикально-свердильному верстаті мод. 2Н135.

Операція 030. Контроль.

Вибір і обґрунтування технологічного обладнання та оснащення оформляємо у вигляді таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Вибір обладнання та оснащення

№ операції	Назва операції	Назва і модель верстату	Пристосування
1	2	3	4
005	Токарна з ЧПК	Токарний з ЧПК мод. 16К20Ф3	Трьохкулачковий самоцентрівний клиновий патрон з пневмозатиском ГОСТ 24351-80
010	Токарна з ЧПК	Токарний з ЧПК мод. 16К20Ф3	Трьохкулачковий самоцентрівний клиновий патрон з пневмозатиском
015	Вертикально-свердильна	Вертикально-свердильний верстат мод. 2Н135	Кондуктор спеціальний із базуванням деталі по зовнішній циліндричній поверхні $\varnothing 90h8$ і торцю Трьохшпindelна свердильна головка спеціальна
020	Вертикально-фрезерна	Вертикально-фрезерний верстат мод. 6Р12	Пристосування спеціальне з базуванням деталі по зовнішній циліндричній поверхні в двох призмах з упором в торець та орієнтацією по отвору на зрізаний палець з пневмозатиском двома призмами

Арк.

ДР 18-536.00.00

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

Закінчення таблиці 3.8

1	2	3	4
025	Вертикально-свердлильна	Вертикально-свердлильний верстат мод. 2Н135	Кондуктор спеціальний з поворотною плитою із базуванням деталі по внутрішній циліндричній поверхні на розтискній цанзі з упором в торець та орієнтацією по отвору на зрізаний палець
030	Контроль		Стіл контролера

3.7. Визначення припусків на оброблення і розмірів заготовки

Мінімальні операційні, проміжні припуски при розрахунково-аналітичному методі [8]:

$$2Z_{imin} = 2(R_{zi-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}), \quad (3.9)$$

– для заготовок з чавуну на другому і наступному переходах [8]:

$$2Z_{imin} = 2(R_{zi-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}). \quad (3.10)$$

Даний розрахунок ми проведемо для отвору: $\varnothing 60H10^{(+0,12)}$; Ra 2,5. Заготовкою деталі “Ковпак” є вилівок, виготовлений литтям в піщані форми при ручному формуванні 10 класу точності. Обробка поверхні $\varnothing 60H10^{(+0,12)}$ виконується в трьохкулачковому самоцентрівному клиновому патроні з пневмозатиском по необробленій поверхні $\varnothing 110$ і торцю.

Технологічні переходи обробки вибраної поверхні такі:

1. Розточування чорнове до точності H14.
2. Розточування напівчистове до точності H12.
3. Розточування чистове до точності H10.

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо складові формули для кожного переходу:

Для розточування чорнового:

$$R_{z1} + T_{i1} = 600 \text{ мкм} [8].$$

З літератури [8] “Похибка установки заготовки в трьохкулачковому патроні з пневмозатиском по необробленій поверхні” складе $\varepsilon_{y1} = (400 - 400 \times 0,2) = 320 \text{ мкм}$.

Просторові відхилення заготовки визначаємо за формулою [8]:

$$\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{\text{жол.}}^2 + \rho_{\text{зм.}}^2}, \quad (3.11)$$

$$\rho_{\text{зм.}} = \delta \cdot b, \quad (3.12)$$

$$\rho_{\text{жол.}} = \Delta K \cdot d, \quad (3.13)$$

де $\Delta K = 1,0 \text{ мкм/мм}$; [8] С. 28, табл. А6;

d – оброблюваний діаметр, $d = 60 \text{ мм}$;

δ – допуск розміру, мм ; $\delta = 0,12$;

b – товщина стінки, $b = 7,5 \text{ мм}$.

$$\rho_{\text{зм.}} = 0,12 \cdot 7,5 = 0,9 \text{ мм} = 900 \text{ мкм},$$

$$\rho_{\text{жол.}} = 1,0 \cdot 60 = 60 \text{ мкм},$$

$$\rho_{i-1} = \sqrt{60^2 + 900^2} = 902 \text{ мкм}.$$

Для розточування напівчистового:

$$R_{z2} = 50 \text{ мкм} [8] \text{ С. 20, табл. А 3.1.}$$

Похибка установки заготовки після чорнового розточування [8]:

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_1 \cdot k_y, \quad (3.14)$$

де $k_y = 0,06$ [8].

$$\varepsilon_2 = 320 \cdot 0,06 = 19,2 \text{ мкм}.$$

Просторові відхилення при напівчистовому обробленні [8]:

$$\rho_{i-2} = \rho_1 \cdot k_y, \quad (3.15)$$

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $k_y = 0,06$.

$$\rho_{i-2} = 902 \cdot 0,06 = 54,12 \text{ мкм.}$$

Для розточування чистового:

$$R_{z3} = 30 \text{ мкм. після напівчистового розточування [8].}$$

Похибка установки заготовки складе [8]:

$$\varepsilon_3 = \varepsilon_2 \cdot k_y,$$

де $k_y = 0,05$.

$$\varepsilon_3 = 19,2 \cdot 0,05 = 0,96 \text{ мкм.}$$

Просторові відхилення при чистовому розточуванні [8]:

$$\rho_{i-3} = \rho_2 \cdot k_y,$$

де $k_y = 0,05$.

$$\rho_{i-3} = 54,12 \cdot 0,05 = 2,7 \text{ мкм.}$$

Мінімальні припуски кожного переходу:

1. Для розточування чорнового:

$$2Z_{1\min} = 2 \cdot (600 + \sqrt{902^2 + 320^2}) = 2 \cdot 1557 = 3114 \text{ мкм} = 3,114 \text{ мм.}$$

2. Для розточування напівчистового:

$$2Z_{2\min} = 2 \cdot (50 + \sqrt{54,12^2 + 19,2^2}) = 2 \cdot 107 = 214 \text{ мкм} = 0,214 \text{ мм.}$$

3. Для розточування чистового:

$$2Z_{3\min} = 2 \cdot (30 + \sqrt{2,7^2 + 0,96^2}) = 2 \cdot 33 = 66 \text{ мкм} = 0,066 \text{ мм.}$$

Розрахункові розміри для переходів:

$$D_{p\ i-1} = D_{\max.деталі} - 2Z_{i\min}, \quad (3.16)$$

1. Для чистового розточування:

$$D_{p3} = 60,12 \text{ мм.}$$

2. Для напівчистового розточування:

$$D_{p2} = D_{p3} - 2Z_{3\min} = 60,12 - 0,066 = 60,054 \text{ мм.}$$

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Для чорнового розточування:

$$D_{p1} = D_{p2} - 2Z_{2min.} = 60,054 - 0,214 = 59,84 \text{ мм.}$$

4. Для заготовки:

$$D_{pзг.} = D_{p1} - 2Z_{1min.} = 59,84 - 3,114 = 56,726 \text{ мм.}$$

Допуски для переходів [1].

Заготовка (10-тий клас точності розмірів) $\rightarrow \delta_{зг.} = 2,4 \text{ мм.}$

1. Розточування чорнове Н14 $\rightarrow \delta_1 = 0,74 \text{ мм.}$

2. Розточування напівчистове Н12 $\rightarrow \delta_2 = 0,30 \text{ мм.}$

3. Розточування чистове Н10 $\rightarrow \delta_3 = 0,12 \text{ мм.}$

Встановлюємо граничні розміри $D_{max.i}$ на кожному із переходів.

Для чистового розточування: $D_{max.3} = 60,12 \text{ мм.}$

Для напівчистового розточування: $D_{max.2} = 60,05 \text{ мм.}$

Для чорнового розточування: $D_{max.1} = 59,84 \text{ мм.}$

Для заготовки: $D_{max.зг.} = 56,7 \text{ мм.}$

Граничні розміри $D_{min.i}$ на переходах:

$$D_{min.i} = D_{max.i} - \delta_i, \quad (3.17)$$

Для чистового розточування: $D_{min.3} = 60,12 - 0,12 = 60,0 \text{ мм.}$

Для напівчистового розточування: $D_{min.2} = 60,05 - 0,3 = 59,75 \text{ мм.}$

Для чорнового розточування: $D_{min.1} = 59,84 - 0,74 = 59,1 \text{ мм.}$

Для заготовки: $D_{min.зг.} = 56,7 - 2,4 = 54,3 \text{ мм.}$

Розрахункові граничні значення припусків $2Z_{i \text{ min}}$, $2Z_{i \text{ max}}$ для кожного переходу:

$$2Z_{i \text{ max}} = D_{min.i} - D_{min.i-1}, \quad (3.18)$$

$$2Z_{i \text{ min}} = D_{max.i} - D_{max.i-1}, \quad (3.19)$$

Для чистового розточування:

$$2Z_{3 \text{ max}} = 60,0 - 59,75 = 0,25 \text{ мм.}$$

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$2Z_{3 \min} = 60,12 - 60,05 = 0,07 \text{ мм.}$$

Для напівчистового розточування:

$$2Z_{2 \max} = 59,75 - 59,1 = 0,65 \text{ мм.}$$

$$2Z_{2 \min} = 60,05 - 59,84 = 0,21 \text{ мм.}$$

Для чорнового розточування:

$$2Z_{1 \max} = 59,1 - 54,3 = 4,8 \text{ мм.}$$

$$2Z_{1 \min} = 59,84 - 56,7 = 3,14 \text{ мм.}$$

Визначаємо загальні припуски:

$$2Z_{\text{заг. max.}} = \sum 2Z_{i \text{ max.}}, \quad (3.20)$$

$$2Z_{\text{заг. min.}} = \sum 2Z_{i \text{ min.}}, \quad (3.21)$$

$$2Z_{\text{заг. min.}} = \sum 2Z_{i \text{ min.}} = 0,07 + 0,21 + 3,14 = 3,42 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\text{заг. max.}} = \sum 2Z_{i \text{ max.}} = 0,25 + 0,65 + 4,8 = 5,7 \text{ мм.}$$

Після цього розраховуємо загальний номінальний припуск:

$$2Z_{\text{заг. ном.}} = 2Z_{\text{заг. min.}} + ES_{\text{заготовки}} - ES_{\text{деталь}}, \quad (3.22)$$

$$D_{\text{заг. ном.}} = D_{\text{дет. ном.}} - 2Z_{\text{заг. ном.}}, \quad (3.23)$$

Відповідно:

$$2Z_{\text{заг. ном.}} = 3,42 + 1,2 - 0,12 = 4,5 \text{ мм;}$$

$$D_{\text{заг. ном.}} = 60 - 4,5 = 55,5 \text{ мм. Приймаємо як розмір заготовки.}$$

Перевіряємо правильність проведених розрахунків:

$$2Z_{i \text{ max.}} - 2Z_{i \text{ min.}} = \delta_{D_{i-1}} - \delta_{D_i} \quad (3.24)$$

Для чорнового розточування:

$$4,8 - 3,14 = 1,66 \text{ мм;}$$

$$2,4 - 0,74 = 1,66 \text{ мм.}$$

Для напівчистового розточування:

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$0,65 - 0,21 = 0,44 \text{ мм};$$

$$0,74 - 0,3 = 0,44 \text{ мм}.$$

Для чистового розточування:

$$0,25 - 0,07 = 0,18;$$

$$0,3 - 0,12 = 0,18.$$

Висновок: розрахунки проведено правильно.

Заносимо всі визначені величини в розрахункову таблицю 3.9.

Сформуємо схему графічного розміщення припусків та допусків для поверхні $\varnothing 60\text{H}10$ (рис. 3.1).

Таблиця 3.9 – Розрахункові припуски і граничні розміри на механічну обробку поверхні $60\text{H}10$

Технологічні переходи обробки поверхні $\varnothing 60\text{H}10$	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $2Z_{i\min}$, мкм	Розрахунковий розмір D_{pi} , мм	Допуск δ_d , мм	Граничні розміри, мм		Розрахункові граничні припуски, мкм	
	R_z	T	ρ	ε_y				D_{\min}	D_{\max}	$2Z_{i\min}$	$2Z_{i\max}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Заготовка (10 кл.точн.)	600		902			56,726	2,4	54,3	56,7		
Розточування чорнове H14	50	30	54,12	320	3114	59,84	0,74	59,1	59,84	3,14	4,8
Розточування напівчистове H12	30	15	2,7	19,2	314	60,054	0,3	59,75	60,05	0,21	0,65
Розточування чистове H10	10	–	–	0,96	66	60,12	0,12	60	60,12	0,07	0,25
Загальний припуск										3,42	5,7

Арк.

ДР 18-536.00.00

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

Таблиця 3.10 – Розрахункові припуски і розміри табличним методом на механічну обробку деталі

Технологічні операції і переходи обробки поверхонь деталі	Квалітет (ступінь точності)	Шорсткість, мкм	Допуск, мм	Припуск, мм	Операційні (проміжні) розміри із граничними відхиленнями
1	2	3	4	5	6
Торцева поверхня 98h14 _(-0,87)					
Точіння напівчистове	14	R _z 40	0,87	0,8×2=1,6	98 _{-0,87}
Точіння чорнове	15	R _z 80	1,4	2,8×2=5,6	99,6 _{-1,4}
Заготовка	10-тий кл. точн. розм.	R _z 200	2,8	3,6×2=7,2	105,2±1,4
Зовнішня циліндрична поверхня Ø90h8 _(-0,054) ; Ra2,5					
Точіння чистове	8	R _a 2,5	0,054	0,15 × 2 = 0,3	Ø90 _{-0,054}
Точіння напівчистове	11	R _z 30	0,22	0,45 × 2 = 0,9	Ø90,3 _{-0,22}
Точіння чорнове	14	R _z 50	0,87	3,9 × 2 = 7,8	Ø91,2 _{-0,87}
Заготовка	10-тий кл. точн. розм.	R _z 200	2,8	4,5 × 2 = 9,0	Ø 99±1,4
Зовнішня циліндрична поверхня Ø75h12 _(-0,3) ; Rz40					
Точіння напівчистове	12	R _z 40	0,3	0,45 × 2 = 0,9	Ø75 _{-0,3}
Точіння чорнове	14	R _z 80	0,74	4,55 × 2 = 9,1	Ø75,9 _{-0,74}
Заготовка	10-тий кл. точн. розм.	R _z 200	2,8	5 × 2 = 10	Ø85±1,4
Торцева поверхня 17±0,2; Rz40					
Точіння напівчистове	14	R _z 40	0,4	0,8	17±0,2
Точіння чорнове	15	R _z 80	1,0	2,0	16,2±0,5
Заготовка	10-тий кл. точн. розм.	R _z 200	2,0	2,8	14,2±1,0
Торцева поверхня 12±0,2; Rz40					
Точіння напівчистове	14	R _z 40	0,4	0,8	12±0,2
Точіння чорнове	15	R _z 80	1,0	2,0	11,2±0,5

Продовження таблиці 3.10

1	2	3	4	5	6
Заготовка (суцільний матеріал)	10-тий кл. точн. розм.	R _z 200	2,0	2,8	–
Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 62H12(^{+0,3})$; Ra6,3					
Точіння напівчистове	12	R _a 6,3	0,3	1,45 × 2 = 2,9	$\varnothing 62^{+0,3}$
Заготовка (попередньо оброблена)	14	R _z 50	0,74	–	$\varnothing 59,1^{+0,74}$
Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 70H14(^{+0,74})$; Rz80					
Точіння чорнове	14	R _z 80	0,74	2,0 × 2 = 4,0	$\varnothing 70^{+0,74}$
Точіння чорнове (зняття напуску)	14	R _z 80	0,74	3,45 × 2 = 6,9	$\varnothing 66^{+0,74}$
Заготовка (попередньо оброблена)	14	R _z 50	0,74	5,45 × 2 = 10,9	$\varnothing 59,1^{+0,74}$
Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 76H14(^{+0,74})$; Rz80					
Точіння чорнове	14	R _z 80	0,74	2,0 × 2 = 4,0	$\varnothing 76^{+0,74}$
Точіння чорнове (зняття напуску)	14	R _z 80	0,74	3 × 2 = 6,0	$\varnothing 72^{+0,74}$
Заготовка (попередньо оброблена)	14	R _z 80	0,74	5 × 2 = 10	$\varnothing 66^{+0,74}$
Внутрішня торцева поверхня 62H15(^{+1,2}); Rz40					
Точіння напівчистове	15	R _z 40	1,2	0,8	62 ^{+1,2}
Точіння чорнове	15	R _z 80	1,2	2,0	61,2 ^{+1,2}
Заготовка (суцільний матеріал)	17	R _z 200	3,0	2,8	59,2 ^{+3,0}
Внутрішня торцева поверхня 19±0,2; Rz40					
Точіння напівчистове	14	R _z 40	0,4	0,8	19±0,2
Точіння чорнове	15	R _z 80	1,0	2,0	18,2±0,5

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-536.00.00

Арк.

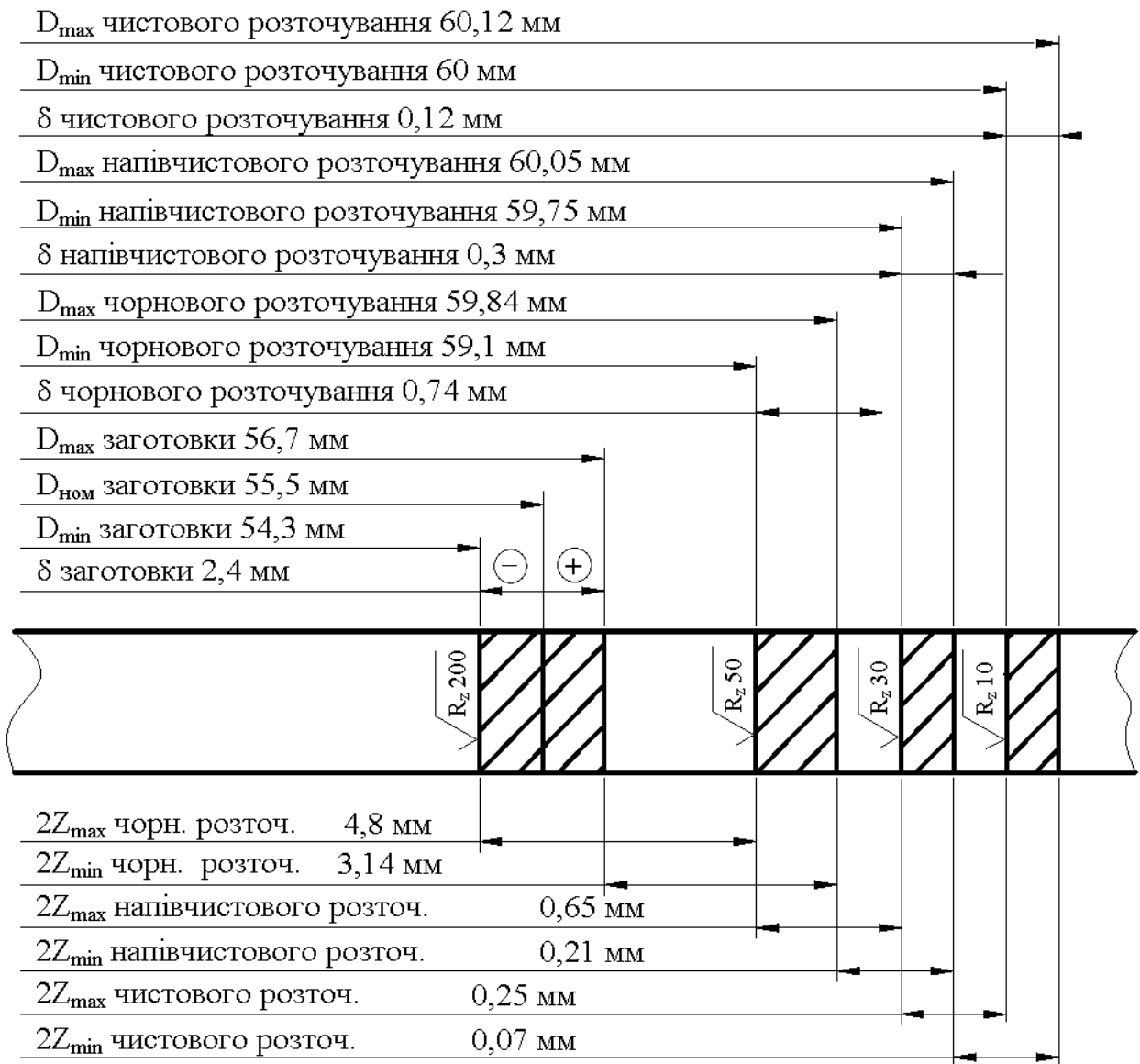


Рисунок 3.1 – Схема графічного розташування припусків та допусків на обробку поверхні $\varnothing 60\text{H}10$

Закінчення таблиці 3.10

1	2	3	4	5	6
Заготовка (суцільний матеріал)	17	$R_z 200$	2,0	2,8	$16,2 \pm 1,0$
Отвір $\varnothing 12\text{H}14^{(+0,43)}$					
Свердління по кондуктору	14	$R_z 80$	0,43	$6 \times 2 = 12$	$\varnothing 12^{+0,43}$
Заготовка	10-тий кл. точн. розм.	$R_z 200$	–	суцільний матеріал	

Габаритні розміри заготовки: $105,2 \pm 1,4 \times \varnothing 99 \pm 1,4$ мм.

Вихідними базами для механічної обробки деталі на перших операціях є поверхні: зовнішні циліндричні поверхні 3, 7 та торці 1, 13.

3.8. Визначення режимів різання та технічних норм часу

Розрахунок режимів різання та вибір для цього інструментів представлено в додатках. Остаточні результати представлено в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 – Зведена таблиця режимів різання

Номер, назва операції, зміст переходу	t, мм	L, мм	i	T _м , хв	S, мм/об	n, об/хв	V, м/хв	S _м , мм/хв	T _о , хв	N, кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
005 Токарна з ЧПК										
Перехід 2										
Підрізати попередньо торець 13, витримуючи розмір $102,4_{-1,4}$; точити попередньо поверхню 11, витримуючи розмір $\varnothing 75,9_{-0,74}$; точити попередньо торець 9, витримуючи розмір $12 \pm 0,5$	2,0	34,75	1	60	0,9	200	53,38	180	0,19	7,45
	4,55	17	1		0,74	180	24,6	133,2	0,13	7,98
	2,0	19,55	1		0,9	200	53,38	180	0,11	7,45
Перехід 3										
Підрізати остаточно торець 13, витримуючи розмір $101,6_{-0,87}$; точити зовнішню фаску 12, витримуючи розмір $1,6 \times 45^\circ$; точити остаточно поверхню 11, витримуючи розмір $\varnothing 75_{-0,3}$; точити остаточно торець 9, витримуючи розмір $12 \pm 0,2$	0,8	24,75	1	60	0,76	280	66,7	212,8	0,11	7,45
	1,6	7,26	1		0,7	280	66,7	196	0,04	7,98
	0,45	8,9	1		0,91	250	58,8	227,5	0,04	6,72
	0,8	8,5	1		0,76	250	66,7	190	0,045	6,72
Перехід 4										

Продовження таблиці 3.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Розточити попередньо отвори 14, 17, витримуючи розмір $\varnothing 59,1^{+0,74}$	1,8	116,6	1	60	0,96	355	65,8	340,8	0,34	1,7
Перехід 5 Розточити остаточно отвір 14 з підрізкою торця 16, витримуючи розміри $\varnothing 62^{+0,3}$; $8\pm 0,2$; розточити попередньо отвір 17, витримуючи розміри $\varnothing 59,75^{+0,3}$; $11,8\pm 0,2$; послідовно	1,45	14,125	1	60	0,7	250	48,67	175	0,08	7,45
	0,325	16,8	1		0,56	280	52,55	156,8	0,1	6,6
Перехід 6										
Розточити остаточно отвір 17, витримуючи розміри $\varnothing 60^{+0,12}$; $11,8\pm 0,2$	0,125	29,8	1	60	0,31	1000	188,4	310	0,1	0,12
Перехід 7										
Розточити внутрішню канавку 15, витримуючи розміри $1,9^{+0,25}$; $\varnothing 65^{+0,4}$	1,9	17,45	1	60	0,36	355	72,45	127,8	0,137	5,56
010 Токарна з ЧПК										
Перехід 2										
Підрізати попередньо торець 1, витримуючи розмір $98,8_{-1,4}$; точити попередньо поверхню 3, витримуючи розмір $\varnothing 91,2_{-0,87}$; точити попередньо торець 4, витримуючи розмір $17\pm 0,5$	2,0	34,5	1	60	0,9	200	62,2	180	0,19	7,45
	3,9	22	1		0,74	180	51,5	133,2	0,16	7,98
	2,0	27,4	1		0,9	200	62,2	180	0,15	7,45

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-536.00.00

Арк.

Продовження таблиці 3.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Перехід 3											
Підрізати остаточно торець 1, витримуючи розмір $98_{-0,87}$; точити зовнішню фаску 22, витримуючи розмір $1,75 \times 45^{\circ}$; точити попередню поверхню 3, витримуючи розмір $\varnothing 90,3_{-0,22}$; точити остаточно торець 4, витримуючи розмір $17 \pm 0,2$ послідовно	0,8	34,5	1	60	0,76	250	71,6	190	0,18	7,45	
	1,75	7,477	1		0,7	250	71,6	175	0,04	7,98	
	0,45	14,45	1		0,91	200	56,7	182	0,08	6,72	
	0,8	27,85	1		0,76	200	69	150	0,18	6,72	
Перехід 4											
Точити остаточно поверхню 3, витримуючи розмір $\varnothing 90_{-0,054}$; $17 \pm 0,2$	0,15	26,23	1	60	0,084	630	178	52,92	0,5	0,1	
Перехід 5											
Розточити попередню отвір 20 з підрізкою торця 18, витримуючи розмір $\varnothing 66^{+0,74}$; $80,2 \pm 0,3$	3,45	98,2	1	60	0,96	355	73,6	340,8	0,3	1,7	
Перехід 6											
Розточити отвір 2 з підрізкою торця 21, витримуючи розміри $\varnothing 72^{+0,74}$; $61,2^{+1,2}$; розточити остаточно отвір 20 з остаточною підрізкою торця 18,	2,0	67,2	1	60	0,7	500	110	350	0,19	7,45	
	3,0	23,87	1		0,56	500	113	280	0,08	6,6	

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-536.00.00

Арк.

Закінчення таблиці 3.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
витримуючи розміри $\varnothing 70^{+0,74}$; $19,8 \pm 0,2$; розточити внутрішню фаску 19, витримуючи розмір $1,6 \times 30^\circ$	1,6	4,1569	1		0,56	500	113	280	0,015	45
Перехід 7 Розточити остаточно отвір 2 з підрізкою торця 21, витримуючи розміри $\varnothing 76^{+0,74}$; $62^{+1,2}$	2,0	75	1	60	0,56	500	119	280	0,27	2,1
Перехід 8 Точити зовнішню канавку 23, витримуючи розміри $4^{+0,12}$; $\varnothing 85,3_{-0,22}$	4,0	10	1	60	0,4	200	53,5	80	0,125	3,8
015 Вертикально-свердлильна										
Перехід 2										
Свердлити три отвори 24...26 одночасно, витримуючи розміри $\varnothing 12H14^{(+0,43)}$; $l=10\text{мм}$; $\varnothing 110 \pm 0,28$	6,0	16	1	45	0,11	469	17	51,59	0,31	0,84
020 Вертикально-фрезерна										
Перехід 2										
Фрезерувати послідовно лиски 27, 28, 29 витримуючи розміри $52h14_{(-0,74)}$; 120°	3,0	40	3	200	0,09 мм/ зуб	160	50,25	144	0,83	2,2
025 Вертикально-свердлильна										
Перехід 2										
Свердлити послідовно три отвори 30...32, витримуючи розміри $\varnothing 4H14^{(+0,3)}$ $l=14$; $120^\circ \pm 30'$	2,0	18	3	45	0,1	820	10,3	82	0,66	0,4

Розрахунок технічних норм часу представлено в додатках.

					<i>ДР 18-536.00.00</i>					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Результати розрахунку зводимо в таблицю таблиця 3.12.

Таблиця 3.12 – Норми часу по операціях

Номер та назва операції	T _о , хв	Допоміжний час, T _д хв			T _{оп} , хв	Час обслуговування, T _{об} , хв			T _{шт.} , хв.	T _{п.з.} , хв.	n	T _{шт.к.} , хв
		T _у	T _{пер}	T _{вим}		T _{тех.об.}	T _{орг.об.}	T _{відп.}				
005 Токарна з ЧПК	1,622	0,17	0,5	0,3	2,96	0,20706			3,57	28,44	317	3,66
010 Токарна з ЧПК	2,46	0,17	0,5	0,387	3,94	0,2758			5,03	28,44		5,12
015 Вертикально-свердлильна	0,31	–	–	–	–	–	–	–	–	–		0,53
020 Вертикально-фрезерна	0,83	–	–	–	–	–	–	–	–	–		1,49
025 Вертикально-свердлильна	0,66	–	–	–	–	–	–	–	–	–		1,14

3.9. Визначення кількості обладнання. Побудова графіків завантаження та використання обладнання

Встановлюємо кількість верстатів M_{пр.} на кожній операції, що визначена у попередніх підрозділах:

$$M_{п.} = \frac{T_{шт.} \cdot N_{пр.}}{\Phi_{д} \cdot 60}, \quad (3.25)$$

$$N_{пр} = n_{пр} \cdot 257, \quad (3.26)$$

де n_{пр} = 317 шт – прийнята кількість деталей партії.

$$N_{пр} = 317 \cdot 257 = 81469 \text{ шт.}$$

Приймаємо $N_{\text{пр.}} = 80\,000$ шт.

Проектний варіант оброблення

$$M_{\text{р.005}} = \frac{3,66 \cdot 80000}{4000 \cdot 60} = 1,22; \text{ Приймаємо } M_{\text{р.005}} = 2 \text{ верст.}$$

$$M_{\text{р.010}} = \frac{5,12 \cdot 80000}{4000 \cdot 60} = 1,7; \text{ Приймаємо } M_{\text{р.010}} = 2 \text{ верст.}$$

$$M_{\text{р.015}} = \frac{0,53 \cdot 80000}{4000 \cdot 60} = 0,18; \text{ Приймаємо } M_{\text{р.015}} = 1 \text{ верст.}$$

$$M_{\text{р.020}} = \frac{1,49 \cdot 80000}{4000 \cdot 60} = 0,50; \text{ Приймаємо } M_{\text{р.020}} = 1 \text{ верст.}$$

$$M_{\text{р.025}} = \frac{1,14 \cdot 80000}{4000 \cdot 60} = 0,38; \text{ Приймаємо } M_{\text{р.025}} = 1 \text{ верст.}$$

Коефіцієнт завантаження обладнання на ділянці механічної обробки:

$$K_{\text{з.о.}} = \frac{M_{\text{р.}}}{M_{\text{пр.}}}, \quad (3.27)$$

Проектний варіант оброблення

$$K_{\text{з.о.005}} = \frac{0,50}{1} = 0,50.$$

$$K_{\text{з.о.010}} = \frac{1,08}{2} = 0,54.$$

$$K_{\text{з.о.015}} = \frac{0,95}{1} = 0,95.$$

$$K_{\text{з.о.020}} = \frac{0,45}{1} = 0,45.$$

$$K_{\text{з.о.025}} = \frac{0,95}{1} = 0,95.$$

$$K_{\text{з.о.030}} = \frac{0,35}{1} = 0,35.$$

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Середній коефіцієнт завантаження обладнання на механічній дільниці:

$$K_{з.о.сер.} = \frac{\sum M_{п.}}{\sum M_{пр.}}, \quad (3.28)$$

Проектний варіант обробки:

$$K_{з.о.сер.} = \frac{2,52}{5} = 0,5.$$

Будуємо графік завантаження обладнання з переліком усіх верстатів та їхніми коефіцієнтами завантаження для проектного варіанту обробки (рис. 3.2)

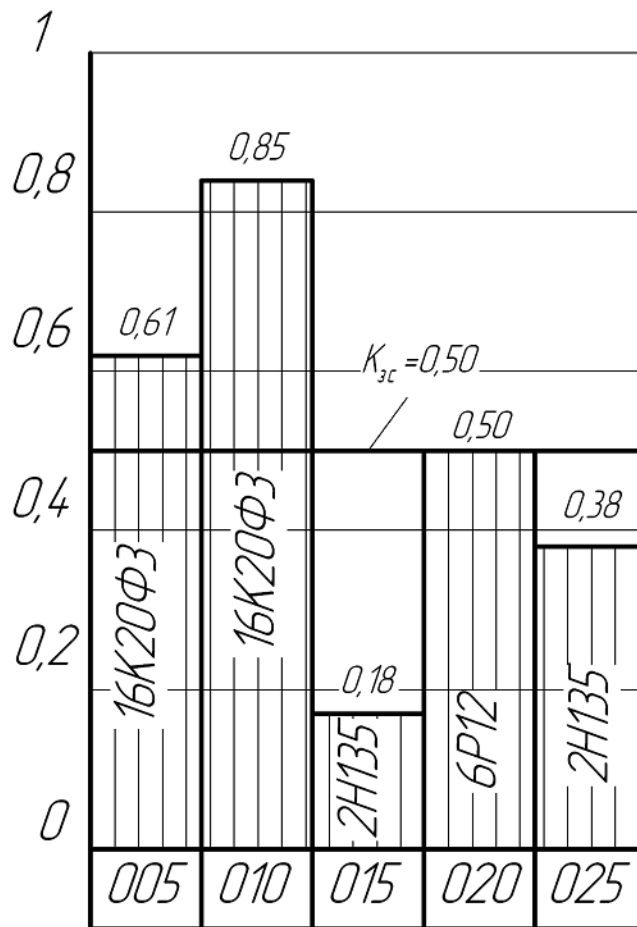


Рисунок 3.2 - Графік завантаження виробничого обладнання

4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

4.1. Розрахунок похибки встановлення деталі в запропонованому пристосуванні

Похибка установки деталі в пристосуванні [9] С.40:

$$\Delta\varepsilon_y = \sqrt{\Delta\varepsilon_6^2 + \Delta\varepsilon_3^2 + \Delta\varepsilon_{пр}^2}, \quad (4.1)$$

«де $\Delta\varepsilon_6$ – похибка базування;»

« $\Delta\varepsilon_3$ – похибка закріплення;»

« $\Delta\varepsilon_{пр}$ – похибка пристосування.»

Для виконання точності розмірів в розробленому пристрої і на операції необхідно, щоб виконувалась така умова:

$$\Delta\varepsilon_y \leq \Delta\varepsilon_{у.доп.}, \quad (4.2)$$

«де $\Delta\varepsilon_{у.доп.}$ – допустима похибка установки при виконанні даного розміру на даному обладнанні.»

Тобто, похибка установки розраховується для конкретного розміру, що отримується на даній операції.

На 015 вертикально-свердлильній операції проводиться свердління отвору $\varnothing 12H14(^{+0,43})$; $\varnothing 110 \pm 0,28$; $l=10$.

Точність діаметрального розміру $\varnothing 12H14(^{+0,43})$ витримується за рахунок інструменту, відповідно похибка базування на цей розмір буде дорівнювати нулю, тобто $\Delta\varepsilon_{y\varnothing 12} = 0$.

Похибка установки буде складати тільки на розмір $\varnothing 110 \pm 0,28$. Приводимо

					<i>ДР 18-536.00.00</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Субчак</i>				<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Дичковський</i>						
<i>Реценз.</i>					КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА ТНТУ, каф. ТМ гр. МТмз-61		
<i>Н. контр.</i>							
<i>Затв.</i>							

схему (рисунок 4.1.) для розрахунку похибки установки на вертикально-свердлильній операції 015 з зазором на циліндричну оправку.

Похибка базування розраховується за формулою, визначеною в [12], С.77, табл. 36:

$$\Delta\varepsilon_{\text{б.}} = S_{\text{max}}, \quad (4.3)$$

«де S_{max} – максимальний гарантований зазор.»

Максимальний гарантований зазор визначається за формулою:

$$S_{\text{max.}} = D_{\text{max.пристос.}} - d_{\text{min.деталі}} \quad (4.4)$$

«де $D_{\text{max.пристос.}}$ – максимальний розмір базуючої поверхні пристосування (оправки), мм;»

« $d_{\text{min.деталі}}$ – мінімальний розмір базуючої поверхні деталі, мм.»

$$D_{\text{max.пристос.}} = D_{\text{ном. пристос.}} + ES_{\text{пристос.}}, \quad (4.5)$$

«де $D_{\text{ном. пристос.}}$ – номінальний розмір пристосування (оправки), мм;»

« $ES_{\text{пристос.}}$ – верхнє відхилення розміру базуючої оправки, мм.»

$$d_{\text{min.деталі}} = d_{\text{ном. деталі}} + ei_{\text{деталі}}, \quad (4.6)$$

«де $d_{\text{ном. пристос.}}$ – номінальний розмір базуючої поверхні деталі, мм;»

« $ei_{\text{деталі}}$ – нижнє відхилення розміру базуючої поверхні деталі, мм.»

Базуюча оправка виготовлена з відхиленням $\varnothing 90\text{H}9(^{+0,087})$.

Базуючий отвір – $\varnothing 90\text{h}8(-0,054)$.

Визначаємо максимальний зазор.

$$D_{\text{max.пристос.}} = 90 + 0,087 = 90,087 \text{ мм.}$$

$$d_{\text{min.деталі}} = 90 + (-0,054) = 89,946 \text{ мм.}$$

$$S_{\text{max.}} = 90,087 - 89,946 = 0,141 \text{ мм.}$$

Тоді, похибка базування буде складати:

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

$$\Delta \varepsilon_{\delta} = 0,141 \text{ мм} = 141 \text{ мкм.}$$

Похибка закріплення виникає в результаті зміщення оброблюваних поверхонь під дією сил затиску [8], С.37, табл. А15.3: $\varepsilon_3 = 90 \text{ мкм.}$ при установці деталі на оправку жорстко закріплену у пристосуванні.

Похибка пристосування в інженерних розрахунках для пристосувань нормальної точності приймаємо $\varepsilon_{\text{пр}} = 150 \text{ мкм.}$

Розраховуємо похибку установки:

$$\Delta \varepsilon_y = \sqrt{141^2 + 90^2 + 150^2} = 225 \text{ мкм.} = 0,225 \text{ мм.}$$

Визначаємо допустиму похибку установки при виконанні розміру $\varnothing 110 \pm 0,28$ за формулою:

$$\Delta \varepsilon_{\text{у.доп.}} = \delta - \Delta, \quad (4.7)$$

“де δ – допуск розміру по кресленню, $\delta = 0,56 \text{ мм.}$ ”

“ Δ – допуск по таблицях економічної точності при витримуванні міжосьової відстані при свердління по кондуктору, згідно таблиці” [7] С. 98, табл. И9 $\Delta = \pm 0,08 = 0,16 \text{ мм.}$

$$\text{Тоді, } \Delta \varepsilon_{\text{у.доп.}} = 0,56 - 0,16 = 0,4 \text{ мм.}$$

Перевіряємо умову виконання точності розмірів в даному пристосуванні:

$$0,225 \text{ мм} < 0,4 \text{ мм.}$$

Отже, умова виконується, обробка на даному пристосування можлива, так як точність обробки отворів забезпечується.

4.2. Розрахунок і вибір приводу пристосування

Для розрахунку сил затиску деталі на вертикально-свердильній операції 015 приводимо розрахункову схему дії сил при свердлінні трьох отворів 24...26, витримуючи розміри $\varnothing 12\text{H}14^{(+0,43)}$; $\varnothing 110 \pm 0,28$; $l=10$.

Сила затиску і сила подачі діють в одному напрямку (кріплення кондукторною плитою). При такому варіанті затиску деталі в пристосуванні

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

розрахункова формула для визначення необхідної сили затиску буде наступною [14]:

$$W = \frac{K \cdot M_{кр} \cdot \kappa}{\frac{1}{3} \cdot f \cdot \left(\frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} \right)}, \quad (4.8)$$

де κ – кількість одночасно працюючих свердл, $\kappa = 3$;

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (4.9)$$

де C_m , q , y – “табличний коефіцієнт та показники степені, для розрахунку крутного моменту;” $C_m = 0,021$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ [6].

D – діаметр обробки, $D = 12$ мм;

S – подача при свердлінні, $S = 0,11$ мм/об .

$$K_{mp} = \left(\frac{HB}{190} \right)^n \quad [6] \text{ С. 264, табл.9;}$$

$n = 0,6$ [6] С. 264, табл.9;

$$K_{mp} = \left(\frac{230}{190} \right)^{0,6} = 1,12 \quad [6] \text{ С. 264, табл.9.}$$

Отже, $M_{кр} = 10 \cdot 0,021 \cdot 12^{2,0} \cdot 0,11^{0,8} \cdot 1,12 = 10 \cdot 0,021 \cdot 144 \cdot 0,17 \cdot 1,12 = 5,8$ Н · м.

K – коефіцієнт запасу. Вибирається згідно [6] С.85

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (4.10)$$

$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,15 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,48$.

При $K < 2,5$ коефіцієнт запасу приймаємо 2,5.

$$\text{Отже, } W = \frac{2,5 \cdot 5,8 \cdot 3}{\frac{1}{3} \cdot 0,25 \cdot \left(\frac{0,075^3 - 0,062^3}{0,075^2 - 0,062^2} \right)} = \frac{43,5}{0,083 \cdot 0,1} = 5241 \text{ Н.}$$

Виконуємо перевірку верстату за силою затиску із наступної умови:

$$P_{\text{верст.мах.}} > W, \quad (4.11)$$

де $P_{\text{верст.мах}}$ – максимальна осьова сила різання, що допускається механізмом подачі верстату, Н; для універсального вертикально-свердлильного верстату мод. 2Н135 – $P_0 = 15000$ Н.

$$15000\text{Н} > 5241\text{Н}.$$

Умова виконується, відповідно обробка можлива, бо необхідна сила затиску деталі менша від максимальної сили подачі верстату мод. 2Н135.

Виконуємо перевірку верстату по потужності за наступною умовою:

$$N_{\text{верст.}} \geq \frac{\sum N_{\text{гол.сум.}}}{\eta_{\text{верст.}}}, \quad (4.12)$$

де $\eta_{\text{верст.}} = 0,8$;

$\sum N_{\text{гол.сум.}}$ – сумарна потужність свердлильної головки;

$N_{\text{верст.}}$ – потужність електродвигуна приводу головного руху, $N_{\text{верст.}} = 4,0$ кВт.

$$\sum N_{\text{гол.сум.}} = N \cdot k, \quad (4.13)$$

N – потужність різання одного інструменту, кВт;

k – кількість одночасно працюючих інструментів, $k = 3$;

$$N = \frac{M_{\text{кр.}} \cdot n}{9750}, \quad (4.14)$$

“де $n = 469$ хв⁻¹;

$$N = \frac{M_{\text{кр.}} \cdot n}{9750} = \frac{5,8 \cdot 469}{9750} = 0,28 \text{ кВт.}$$

$$\sum N_{\text{гол.сум.}} = 0,28 \cdot 3 = 0,84 \text{ кВт.}$$

Перевіряємо умову:

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

$$4,0 \text{ кВт} > \frac{0,84}{0,8} = 1,05 \text{ кВт}.$$

Умова виконується, обробка можлива.

Проведемо перевірку приводу свердлильного верстату за сумарною силою подачі (осьовій силі різання). Сумарна осьова сила подачі дорівнює силі подачі від всіх одночасно працюючих ріжучих інструментів. Сумарна осьова сила не повинна перевищувати максимальну силу подачі, що допускається свердлильним верстатом, тобто:

$$P_{\text{гол.сум.}} = k \cdot P_o \leq P_{\text{верст.мах.}}$$

де $k = 3$;

$P_{\text{верст.мах}} = 15000 \text{ Н}$.

P_o – осьова сила різання, що діє на один інструмент, Н;”

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_{\text{p}}, \quad (4.15)$$

де C_p, q, y – “табличний коефіцієнт та показники степені, для розрахунку осьової сили різання”; $C_p = 42,7$; $q = 1,0$; $y = 0,8$ [6].

D – діаметр обробки, $D = 12 \text{ мм}$;

S – подача при свердлінні, $S = 0,11 \text{ мм/об}$.

$$K_{\text{mp}} = \left(\frac{\text{HB}}{190} \right)^n \quad [6] \text{ С. 264, табл.9};$$

$n = 0,6$ [6] С. 264, табл.9;

$$K_{\text{mp}} = \left(\frac{230}{190} \right)^{0,6} = 1,12 \quad [6] \text{ С. 264, табл.9}.$$

Отже, $P_o = 10 \cdot 42,7 \cdot 12^{1,0} \cdot 0,11^{0,8} \cdot 1,12 = 981,6 \text{ Н}$.

Сумарна осьова сила буде складати:

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

$$P_{\text{гол.сум.}} = 3 \cdot 981,6 = 2945 \text{ Н.}$$

Перевіряємо умову:

$$2945 \text{ Н} < 15000 \text{ Н.}$$

Умова виконується, тому механічна обробка на даних режимах можлива.

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		76

5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1. Аналіз можливостей застосування комп'ютерних технологій в дипломній роботі та практичній діяльності

Система автоматизованого проектування (САПР) – це організаційно-технічна система, яка складається з сукупності засобів автоматизованого проектування об'єкта. Цільовою функцією САПР є автоматизоване одержання в найкоротші терміни із мінімальними затратами інформаційного опису або проекту необхідного для технічної реалізації нового об'єкта на принципово новому рівні якості.

Результат автоматизованого проектування використовується в якості основної вихідної інформації для організації виготовлення виробу на промисловому підприємстві, тому особливе значення має забезпечення взаємодії САПР з гнучкими виробничими системами, автоматизованими системами управління, планування і технологічною підготовкою виробництва.

САПР ТП дозволяє автоматизувати наступні операції:

- аналіз завдання;
- розробка технологічного завдання на проектування;
- розробка технологічного процесу з врахуванням можливості концентрації операцій;
- вибір обладнання;
- отримання в результаті проектування необхідної технічної і технологічної документації.

Основними завданнями САПР ТП є підвищення якості і техніко-економічного рівня продукції, яка проектується і випускається; підвищення

					<i>ДР 18-536.00.00</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА		
<i>Розроб.</i>	<i>Субчак</i>						
<i>Перевір.</i>	<i>Дичковський</i>						
<i>Консульт.</i>							
<i>Н. контр.</i>							
<i>Затв.</i>					ТНТУ, каф ТМ ⁷⁹ гр. МТмз-61		

ефективності об'єктів проектування; зменшення затрат на створення і експлуатацію об'єктів проектування; зменшення термінів і трудомісткості проектування, підвищення якості продукції.

Досягнення вказаних задач можливе при умовах: систематизації і удосконалення процесів проектування; комплексної автоматизації проектних робіт; використання ефективних математичних моделей; створення єдиних банків даних, які містять систематизовані дані довідкового характеру; уніфікація і стандартизація методів проектування.

5.2. Підготовка вихідних даних для автоматизованого проектування

Для формування маршруту механічної обробки деталі необхідний її повний опис. Цей опис оформлюємо у вигляді таблиці 5.1., в яку заносимо дані про матеріал, масу деталі і заготовки, а також розміри поверхонь, які обробляються.

Таблиця 5.1 – Вихідна інформація для автоматизованого проектування

Позначення тех. процесу	Деталь		
	Позначення	Назва	Маса, кг
40100.001112	РКС6.03121	Ковпак	1,7
Матеріал	Заготовка		
	Вид	Профіль і розміри	Маса, кг
Чавун СЧ20 ГОСТ 1412-79	Виливок	Ø99±1,4×105,2±1,4	3,47

5.3. Автоматизоване проектування технологічного процесу

Система “Техно Про” використовується для проектування технологічних процесів виготовлення деталей і складання виробів. Дані про деталь вводяться з клавіатури або зчитується з електронного креслення. Проектування складальних технологічних процесів здійснюється на основі специфікацій.

Маршрут операцій і переходів представляється у вигляді дерева, а це істотно спрощує формування технологічного процесу. При вказуванні курсором

на операцію або перехід – відкривається форма для її заповнення. Порядок проходження операцій або переходів можна змінити натисканням кнопок стрілками, номери переходів і операцій при цьому змінюються автоматично.

Проектування технологічних процесів може проводитись в різних режимах за бажанням користувача, можливе також поєднання різних методів. Наприклад початкове введення баз даних відбувається в діалоговому режимі, далі можна перейти до проектування технологічного процесу аналогового, а далі автоматизованого проектування.

При проектуванні технологічного процесу вибір оснащення, інструменту і матеріалів здійснюється по технологічному класифікатору з інформаційної бази системи. Кожен запис може мати різну структуру, зокрема передбачається наявність спеціальних міток для автоматичного пошуку необхідних даних про оснащення, вимірювальні і різальні інструменти та ін. Також є можливість кожен елемент проілюструвати. Кожен вид устаткування забезпечується паспортними даними.

5.4. Блок-схема автоматизованого проектування технологічного процесу

Система “Техно Про” містить підсистеми вводу та контролю вихідної інформації, документування, інформаційного пошуку. Інформаційно-пошукова підсистема призначена для внесення нових типових процесів в архів і видалення непотрібних.

Автоматизоване проектування технологічного процесу проходить згідно зображеної блок-схеми:

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

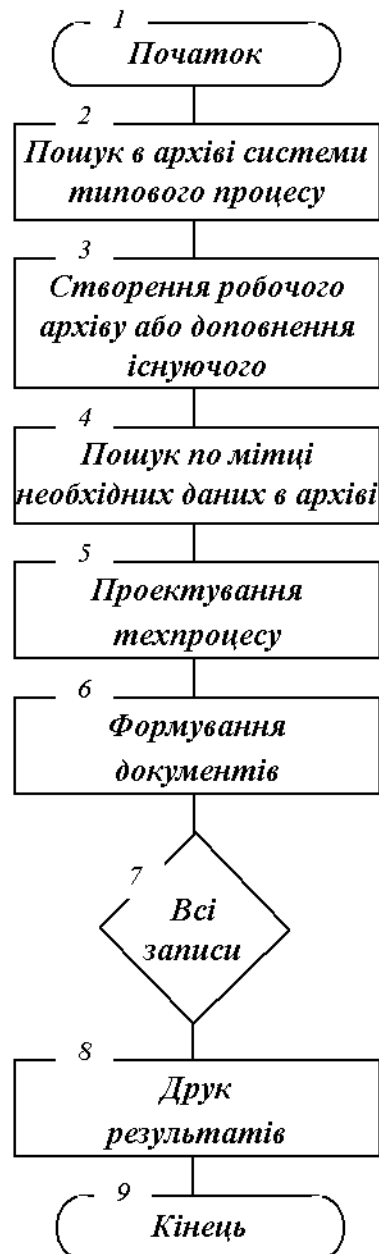


Рисунок 5.1 – Блок схема алгоритму автоматизованого проектування

5.5. Загальна характеристика програмного забезпечення

Система ТехноПро забезпечує проектування операційної технології, включаючи операції: заготівельні, механічної і термічної обробки, нанесення покриття, слюсарні, технічного контролю, зборки й інші. При цьому система видає в технологічні процеси: найменування операцій, устаткування, пристосування, допоміжні матеріали, формує тексти переходів, розраховує

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технологічні розміри з урахуванням припусків на обробку, виконує підбір вимірювального і допоміжного інструментів.

ТехноПро формує операційні, маршрутно-операційні і маршрутні технологічні карти, карти контролю, відомості оснащення, титульні аркуші й інші технологічні документи. На багатьох підприємствах використовувани технологічні карти відрізняються від карт прийнятих за ГОСТ, тому ТехноПро забезпечує створення технологічних документів довільних форм через використання шаблонів Microsoft Word.

Система може використовуватися як автономно (із введенням інформації з креслень на папері), так і в складі інтегрованих комплексів проектування і виробництва.

ТехноПро створювалася на основі більш ніж 20-літніх власних досліджень в області автоматизації проектування. Поряд з оригінальним методом проектування по “загальних технологічних процесах” у системі реалізовані і традиційні методи: по типовому ТП, груповому ТП, технологічному процесу-аналогу.

ТехноПро сам вибирає метод проектування, найбільш придатний у конкретному випадку, а також спосіб його використання: автоматичне, напівавтоматичне, діалогове чи їхнє сполучення. Наприклад, складальні технологічні процеси можна проектувати в діалозі, виготовлення корпусних деталей – у напівавтоматичному режимі, а процеси виготовлення тіл обертання – в автоматичному.

До теперішнього часу стало зовсім очевидно, що ніяка комп’ютерна система не в змозі цілком замінити кваліфікованого фахівця. Тому ТехноПро створена як засіб, що не підмінює технолога, але істотно прискорює і спрощує проектування технології, розрахунок режимів і норм, розрахунок технологічних розмірних ланцюгів, формування текстів переходів, вибір необхідного оснащення й інструментів, формування документації й операційних ескізів. ТехноПро це не

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

просто база даних для заповнення технологічних карт, а саме система проектування технологічних процесів.

У ТехноПро закладена можливість її навчання користувачами і самонавчання системи на прикладах технології конкретного виробництва. Навчання системи ведеться технологічними поняттями, без участі програмістів.

ТехноПро дозволяє переносити суб'єктивні знання кожного технолога в базу комп'ютера. Це властивість системи є особливо важливою в даний час, коли досвід проектування технології, накопичений за десятиліття роботи іде разом з технологами пенсійного віку.

Система дозволяє акумулювати досвід найбільш кваліфікованих фахівців підприємства, використовувати і тиражувати його, навчати на його основі молодих фахівців. Причому для наповнення системи технологічними знаннями зовсім необов'язково саджати за комп'ютер технологів похилого віку, цей процес може бути виконаний у виді спілкування технологів, що працюють за комп'ютерами з фахівцями, що не бажають освоювати нову техніку, але коштовними знаннями, що володіють, і досвідом.

Перевага ТехноПро в підході до автоматизованого проектування можна проілюструвати тим, що в інших системах проектування технологічних процесів якість конкретного ТП істотно залежить від кваліфікації технолога, що сидить за дисплеєм і в режимі діалогу рішення, що вибирає, із пропонованих системою. Це стомлюючий і малоцікавий процес для досвідченого фахівця, тому що йому приходится щодня повторювати вибір і перенос у технологічну документацію тих рішень, що він прекрасно знає. Якщо в таких системах за дисплеєм буде працювати молодий і недосвідчений фахівець, то розроблена ним технологія навряд чи витримає критику з боку його співробітників і керівництва.

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.6. Аналіз технологічного процесу, отриманого з допомогою Техно Про

Проаналізувавши технологічний процес механічної обробки ковпака РКС6.03121, отриманий з допомогою Техно Про (в додатках), робимо висновок, що побудову операцій і вибір технологічних баз проведено грамотно і правильно.

На першій операції проводиться підготовка базових поверхонь для наступної обробки, і базами на цій операції служать поверхні, які в подальшому не обробляються. На наступних операціях використовуються за бази поверхні, які обробляються на попередніх операціях.

Пристосування, різальний і вимірний інструмент вибрано правильно з урахуванням типу виробництва і забезпеченням мінімального оперативного часу.

Даний технологічний процес носить реальний характер, забезпечує отримання якісної деталі у відповідності з робочим кресленням і технічними вимогами і може бути використаний в умовах діючого виробництва.

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

6 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

6.1. Уточнення розгорнутої програми виробництва на дільниці

Згідно літератури [34] “виробничу програму дільниці визначають виходячи з виробничої програми заводу з урахуванням встановленого проценту запасних частин. При цьому необхідно мати на увазі, що часто деталі та складальні одиниці виготовляють заводи-суміжники.”

Таблиця 6.1 – Подетальна річна виробнича програма

№ П/П	№ креслення		Назва деталі	Марка матеріалу	Вид заготовки	Кількість деталей на виріб	% на запасні частини	Кількість деталей			Маса, кг		Маса на програму, т	
	вузла	деталі						на основну програму	на запасні частини	всього	Заготовки	деталі	заготовок	деталей
1	РКС6.03000	РКС6.03121	Ковпак	Чавун СЧ20 ГОСТ 1412-79	Виливок	1	10	15000	1500	16500	3,47	1,7	57,26	28,05

6.2. Розрахунок трудомісткості і верстатомісткості виготовлення виробів на основі розроблених технологічних процесів

Згідно рекомендацій [34] “трудомісткість механічної обробки при детальному проектуванні визначається за технологічним процесом, як сума штучних часів по всіх операціях” :

					<i>ДР 18-536.00.00</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Субчак</i>				ПРОЕКТНА ЧАСТИНА	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Дичковський</i>							
<i>Реценз.</i>						<i>ТНТУ каф. ТМ гр. МТмз -61</i>		
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затв.</i>								

$$T_M = \sum T_{шт.} \quad (6.1)$$

$$T_M = 3,66 + 5,12 + 0,53 + 1,49 + 1,14 = 11,94 \text{ хв.}$$

6.3. Визначення річної потреби в технологічному обладнанні. Складання зведеної відомості обладнання

Специфікація основного технологічного обладнання дільниці механічного цеху для виготовлення ковпака РКС6.03121 наведена в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Специфікація основного технологічного обладнання дільниці механічного цеху для виготовлення ковпака РКС6.03121

№ п/п	Тип і модель верстата	M _{гр.} , шт.	K _{з.о.}	Потужність, кВт		Габаритні розміри (l×b), мм.
				одного	всіх	
1	2	3	4	5	6	10
1	16К20Ф3	2	0,61	10	20	3000×1600
2	16К20Ф3	2	0,85	10	20	3000×1600
3	2Н135	1	0,18	4,0	4,0	1030×825
4	6Р12	1	0,5	7,5	7,5	2305×1950
5	2Н135	1	0,38	4,0	4,0	1030×825
	Всього:	7	0,5	35,5	55,5	

Крім основного на дільниці розміщується допоміжне обладнання:

- установка для промивання деталей;
- контрольний стіл.

6.4. Вибір типу вантажопідійомних і транспортних засобів

В даному випадку для потреб дільниці в якості міжопераційного транспорту приймемо електрокари з підйомною платформою вантажопідійомністю 0,5 т.

Визначимо кількість електрокарів [34]:

$$E = \frac{Q \cdot k_n \cdot T_{\text{пр}}}{Q_e \cdot k_v \cdot F_d \cdot 60}, \quad (6.2)$$

де Q – річний вантажообіг, $Q = 3,47 \cdot 16500 = 57255$ кг $\approx 57,3$ т;

k_n – коефіцієнт нерівномірності виконання рейсів, $k_n = 1,25$;

$T_{\text{пр}}$ – загальний час пробігу одиниці транспортного обладнання, $T_{\text{пр}} \approx 20$ хв.;

Q_e – вантажопідйомність одного транспортного засобу, $Q_e = 0,5$ т.;

k_v – коефіцієнт використання вантажопідйомності транспорту, $k_v = 0,8$;

F_d – дійсний річний фонд часу роботи транспортного засобу, $F_d = 4015$ год.

$$E = \frac{57,3 \cdot 1,25 \cdot 20}{0,5 \cdot 0,8 \cdot 4015 \cdot 60} = 0,01 \text{ шт.}$$

– отже приймаємо 1 електрокар.

Для переміщення деталей між позиціями механічної обробки використовуються підвісний ланцюговий конвеєр з вантажопідйомністю однієї каретки 250 кг і швидкістю транспортування 10 м/хв.

Згідно рекомендацій [34] “кількість підйомних кранів для складальних робіт може визначатися розрахунковим методом, але доцільніше кількість підйомних засобів приймати на основі графіків складання, у яких наводиться тривалість роботи крана на кожній операції.”

У нашому випадку кількість мостових кранів можна визначити за формулою [34]:

$$K = \frac{N \cdot i \cdot T_{\text{кр}}}{m \cdot T_{\text{зм}}}, \quad (6.3)$$

де N – кількість деталей, що транспортуються за зміну, $N = 317$ шт.;

i – середня кількість транспортних операцій на одну деталь, $i = 6$

$T_{\text{кр}}$ – загальний час пробігу крана, $T_{\text{кр}} = 20$ хв.;

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

$T_{зм}$ – тривалість зміни, $T_{зм} = 480$ хв.;

m – кількість деталей, що переміщуються одночасно, $m = 30$ шт.

$$K = \frac{317 \cdot 6 \cdot 20}{30 \cdot 480} = 2,64 \text{ шт.}$$

Приймаємо $K=3$ шт.

Укрупнено кількість кранів приймають [34]: “для механічних цехів один кран на 40...80 м довжини прольоту; в складальних цехах – на 30...50 м.”

6.5. Визначення розмірів основних і допоміжних площ цеху

Площа складу матеріалів та заготовок визначається за залежністю [34]:

$$F_3 = \frac{M_{\Sigma} \cdot t}{260 \cdot q \cdot k_B}, \quad (6.4)$$

де M_{Σ} – маса матеріалу і заготовок річного об’єму випуску, $M_{\Sigma} = 85,31$ т.;

t – кількість робочих днів зберігання заготовок на складі, $t = 6$;

q – допустиме навантаження на 1 м^2 площі підлоги складу, $q = 1,4 \text{ т/м}^2$;

k_B – коефіцієнт використання площі складування, $k_B = 0,3 \dots 0,4$.

$$F_3 = \frac{85,31 \cdot 6}{260 \cdot 1,4 \cdot 0,35} = 4,02 \text{ м}^2.$$

Приймаємо $F_3=10 \text{ м}^2$.

Проміжний склад [34] призначений для міжопераційного нагромадження вузлів і деталей і його площа визначається за формулою 6.4.

$$F_{31} = \frac{85,31 \cdot 1}{260 \cdot 1,4 \cdot 0,3} = 0,78 \text{ м}^2.$$

Приймаємо $F_{31}=10 \text{ м}^2$.

– відділення для приготування і роздачі охолоджуючих рідин, склад масел;

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

Площа цього відділення визначається за рекомендаціями [34] в залежності від кількості верстатів і приймається рівною 39 м².

– відділення для збирання і переробки стружки;

Площа цього відділення визначається [34] аналогічно до попереднього і приймається рівною 94 м².

– інструментально-роздавальна комора;

Згідно рекомендацій [34] норми для розрахунку площі цього відділення залежать від кількості верстатів механічного відділення. Приймаємо площу рівною 55 м².

Площа службово-побутових приміщень приймається рівною 25...30% площі цеху. Приймаємо площу рівною 25%, а отже – 1134 м².

Площа ділянки для виготовлення ковпака РКС6.03121 залежить від [34] “розмірів та маси верстатів і приймається для легких верстатів в межах 14...18 м², для середніх – 18...22 м², для важких – 22...30 м²”.

Таблиця 6.3 – Площа ділянки для виготовлення ковпака РКС6.03121

Обладнання (верстат)	Модель	Габарити, мм	Тип	Прийнята питома площа, м ²
1	2	3	4	5
Токарний з ЧПК	16К20Ф3	3000×1600	середній	21
Токарний з ЧПК	16К20Ф3	3000×1600	середній	21
Вертикально-свердлильний	2Н135	1030×825	середній	18
Вертикально-фрезерний	6Р12	2305×1950	середній	21
Вертикально-свердлильний	2Н135	1030×825	середній	18
Слюсарний верстак	—	1500×1000	—	6
Промивочна машина	—	1500×1000	—	6
Контрольний стіл	—	2000×1000	—	6
Місця склад. заг. і дет.	—	—	—	19
Загальна площа ділянки механічної обробки				136

7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

7.1. Визначення економічної ефективності прийнятих в проекті рішень

Для проведення розрахунків використано загальновідому методику [34]. Організаційно-економічна частина дипломної роботи передбачає розрахунок кількості основного технологічного обладнання та кількісного складу працюючих в цеху на основі даних, отриманих в технологічній частині, визначення розмірів всіх грошових затрат на будівництво, оснащення цеху (дільниці) та його експлуатацію. Розрахунки, які виконують, дозволяють зробити висновки про технічну доцільність і економічну ефективність розробок. При цьому визначають: величину капітальних вкладень; втрати виробництва; собівартість одиниці продукції; величину нормованих оборотних засобів; техніко-економічні показники цеху. Усі розрахунки проводимо за загально відомою методикою.

Вихідними даними для розрахунку є: річна програма випуску; тип виробництва; кількість операцій механічної обробки; характеристика операцій: штучний час, потужність, вартість і категорія ремонтної складності обладнання, розряд робіт; маса деталі, вид заготовки, вартість матеріалу та відходів; ціни на електроенергію, воду, пару, стиснене повітря.

Результати розрахунків представлено в додатку А.

Характеристику варіантів технологічного процесу і склад технологічного обладнання оформляють у вигляді таблиць А.1, А.2.

Розрахункову кількість робочих місць визначають за формулою:

$$C_p = T / t_B \quad (7.1)$$

					<i>ДР 18-536.00.00</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Субчак</i>				ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Дичковський</i>							
<i>Консульт</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затв.</i>								
						<i>ТНТУ каф. ТМ гр. МТмз -61</i>		

де T – трудомісткість механічної обробки;

t_B – такт випуску, визначений в технологічній частині.

Отримане розрахункове значення округляють до найближчого більшого цілого і на основі цих даних визначають коефіцієнт завантаження обладнання.

Кількість основних виробничих робітників визначають за формулою:

$$P_c = \frac{C_n \cdot \Phi_\delta \cdot k_3}{\Phi_{\delta p} \cdot k_6}, \quad (7.2)$$

де C_n – прийнята кількість обладнання;

k_3 – коефіцієнт завантаження обладнання;

Φ_δ – дійсний річний фонд часу роботи обладнання;

$\Phi_{\delta p}$ – дійсний річний фонд часу роботи робітників;

k_6 – коефіцієнт багатостанкового обслуговування.

Результати розрахунків представлені в таблиці А.3

Розрахунок капітальних витрат на основі виробничі фонди виконують за групами:

а) будівлі виробничого, допоміжного і адміністративно-побутового призначення;

б) споруди і передавальні пристрої;

в) обладнання (виробниче, допоміжне, енергетичне, піднімально-транспортне і контрольно-вимірювальне);

г) цінні інструменти і пристрої;

д) виробничий і господарський інвентар.

Витрати на будівлі визначають за вартістю 1 м² площі з врахуванням усіх комунікацій: вентиляції, опалювання, водопроводу і каналізації. Вартість будівель виробничого, допоміжного та адміністративно-побутового призначення розраховують за питомою вартістю 1 м³ об'єму будівлі або 1 м² площі.

Внутрішню виробничу площу цеху (дільниці, лінії) визначають за

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

питомою площею (m^2), яка припадає на одиницю обладнання і приймають за даними розрахунків, виконаних в проектній частині.

Питому вартість m^2 площі будівель виробничого призначення приймають за даними базових підприємств.

Площу допоміжних приміщень та адміністративно-побутових приміщень та висоту промислової будівлі приймають за даними розрахунків, які виконані в проектній частині.

Вартість споруд і передавальних пристроїв приймають укрупнено в розмірі 5...7% від вартості будівель.

Вартість виробничого обладнання визначається згідно виконаних раніше розрахунків. Вартість силових машин і обладнання, з врахуванням витрат на їх транспортування, монтаж і налагодження приймають за даними базового підприємства.

Вартість піднімально-транспортних засобів при укрупнених розрахунках може бути прийнята в розмірі 10...15% від вартості технологічного (виробничого) обладнання або за даними базового підприємства.

Витрати на контроль-вимірвальне обладнання приймають в межах 2...5% від вартості виробничого обладнання. Витрати на інструмент і пристрої приймають: в масовому виробництві 25...30% від вартості виробничого обладнання; в серійному виробництві – 15...20% і в одиничному виробництві – 6...15% від вартості вказаного обладнання. З цієї суми в основні виробничі фонди включають 55...60%, а інші 40...45% витрат призначені для придбання малоцінного інструменту (пристроїв) і включають в статтю «Зношення малоцінного інструменту» витрат на утримання та експлуатацію обладнання.

Вартість виробничого і господарського інвентарю становить 1...2% від вартості виробничого обладнання.

Розрахунок амортизаційних відрахувань проводять за кожною групою основних виробничих фондів шляхом множення їх балансової вартості на норму амортизації. Норми амортизації за групами основних фондів встановлені чинним

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

законодавством.

Результати розрахунку капітальних витрат за варіантами зводять в табл. А.4.

Річний фонд прямої зарплати основних виробничих робітників при відрядній системі оплати праці визначають за формулою:

$$\Phi_{n.e.} = C_1 \cdot K_c \cdot T_{um} \cdot N_e, \quad (7.3)$$

де C_1 – годинна тарифна ставка робітника 1-го розряду відповідної професії, грн.;

T_{um} – сумарна трудомісткість оброблення одного виробу (деталі) за всіма технологічними операціями процесу, нормо-годин.

Річний фонд основної зарплати виробничих робітників-відрядників визначають за формулою:

$$\Phi_{o.e.} = \Phi_{n.e.} + D_e, \quad (7.4)$$

де D_e – сумарні річні доплати до прямої заробітної плати робітників-відрядників (грн.), які орієнтовно приймають 30...35% від тарифного заробітку (прямої зарплати).

Річний фонд прямої зарплати робітників-погодинників (допоміжних робітників) визначають на основі дійсного (ефективного) фонду робочого часу одного робітника і прийнятої кількості робітників:

$$\Phi_{n.n.} = P \cdot C_1 \cdot K_{cd} \cdot \Phi_{ef}, \quad (7.5)$$

де P – середня чисельність допоміжних робітників, чол.

Річний фонд основної зарплати робітників-погодинників визначають за формулою:

$$\Phi_{o.n.} = \Phi_{n.n.} + D_n, \quad (7.6)$$

					ДР 18-536.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де D_n – сумарні річні доплати до прямої заробітної плати робітників-погодинників, грн., які орієнтовно приймають в розмірі 25...30% від тарифного заробітку.

Річний фонд заробітної плати робітників кожної з категорій визначають за формулою:

$$\Phi_{zn} = \Phi_o + \Phi_{\text{доп}}, \quad (7.7)$$

де Φ_o – річний фонд основної заробітної плати робітників за категоріями;

$\Phi_{\text{доп}}$ – додаткова заробітна плата за категоріями робітників, грн.

До складу додаткової заробітної плати входять оплати чергових і додаткових відпусток, учбових відпусток, оплата часу виконання державних і суспільних обов'язків та інше. Величину додаткової заробітної плати можна визначити у відсотках від основного фонду заробітної плати. Орієнтовно для основних і допоміжних робітників вона становить 3...10% від основної заробітної плати.

Річний фонд заробітної плати інженерно-технічних працівників (ІТП), службовців і молодшого обслуговуючого персоналу (МОП) визначають згідно посадових окладів:

$$\Phi_{zn.k} = O \cdot P_k \cdot 12, \quad (7.8)$$

де O – місячний оклад працівника відповідної категорії;

P_k – кількість працівників певної категорії, чол.

Посадові оклади ІТП, службовців і МОП включають в себе основну і додаткову заробітну плату.

Витрати на виробництво продукції крім річного фонду заробітної плати включають ще й соціальні нарахування. Нормативи нарахувань на заробітну плату приймають згідно норм чинного законодавства.

Результати розрахунку річного фонду заробітної плати та нарахувань

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зводять в таблицю А.5.

Витрати на кожен вид сировини і матеріалу розраховують на основі норм їх витрат на одиницю продукції, річної програми випуску даної продукції та відповідних цін за формулою:

$$B_m = H_m \cdot N_{\text{зан}} \cdot C_m, \quad (7.9)$$

де H_m – норма витрат певного виду сировини або матеріалу на одиницю продукції (кг);

C_m – ціна одиниці сировини чи матеріалу, грн.

Із визначеної загальної вартості сировини і матеріалів вираховують вартість повернутих відходів, які підлягають реалізації. До одержаного результату слід додати транспортно-заготівельні витрати, що дорівнюють 6...10% від вартості сировини і матеріалів.

Потребу в допоміжних матеріалах визначають, виходячи з встановлених норм їх витрат на один верстат або одного робітника в процентному відношенні від вартості основних матеріалів (1.5...2%).

Результати розрахунку витрат на сировину і матеріали оформляють у вигляді таблиці А.6.

Витрати на електроенергію для технологічних потреб розраховують на основі часу роботи обладнання та загальної встановленої потужності споживачів:

$$B_{em} = \frac{P_{\text{вст}} \cdot \Phi_{\text{д.о.}} \cdot K_{\text{ч}} \cdot K_{\text{п}}}{\eta_{\text{д}} \cdot \eta_{\text{м}}} \cdot C_e, \quad (7.10)$$

де $P_{\text{вст}}$ – сумарна встановлена на ділянці потужність електрообладнання, кВт;

$K_{\text{ч}}$ – коефіцієнт, який враховує завантаження електроприводів по часу (0,4...0,7);

$K_{\text{п}}$ – коефіцієнт, який враховує завантаження електроприводів за потужністю (0.5...0.8);

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

η_{∂} – коефіцієнт корисної дії електродвигунів (0.9...0.96);

$\eta_{м}$ – коефіцієнт, який враховує втрати в електромережах (0.86...0.9);

C_e – ціна однієї кВт/год. електроенергії, грн.

Витрати на освітлення визначають, виходячи з розміру площі, які освітлюється, питомих норм витрат електроенергії на освітлення одного м² і тривалості освітлення:

$$B_{eo} = \frac{1.05 \cdot H_{ee} \cdot T_{осв} \cdot S_m}{1000} \cdot C_e, \quad (7.11)$$

де 1.05 – коефіцієнт, який враховує контрольне освітлення;

H_{ee} – питомі витрати електроенергії на освітлення м² площі (13...16Вт/год.);

$T_{осв}$ – тривалість освітлювального періоду за рік в годинах;

S_m – розмір площі, яка освітлюється, м².

Вода в цеху витрачається на виробничі і побутові потреби. Середні витрати води для приготування ЗОР становлять 14...18 м³ за рік на один верстат при двозмінній роботі. Витрати води в миючих машинах становлять 0.15...0.5 м³ на 1 тону деталей, що промиваються.

Розрахунок витрат води на побутові потреби проводять на основі таких норм: для господарсько-побутових потреб – 25л на кожного працюючого в зміну; для душових – 40л гарячої води на кожного, хто користується душем. Вартість 1 м³ холодної і гарячої води приймають згідно діючих тарифів.

Усереднені витрати пари приймають на рівні: на сушіння 1т деталей в сушильних камерах періодичної дії – 80...100 кг/год., в конвеєрних – 45...75 кг/год.; б) для нагрівання води в миючих машинах – 60...90 кг/год. на 1 т деталей.

Витрати на опалення приміщень визначають згідно з питомими нормами витрат та тривалістю опалювального сезону.

Усереднені питомі норми витрат стиснутого повітря при укрупнених

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розрахунках можна прийняти для пневматичних патронів – 1.5...2 м³/год., для пневматичних підйомників – 3,5 м³/год., для пневматичних пристосувань – 0,9 м³/год.

Вартість кошторису цехових витрат викликана необхідністю розрахунку проектної цехової собівартості одиниці продукції. В залежності від характеру утворення затрат, цехові витрати поділяють на дві групи: а) витрати на утримання та експлуатацію обладнання; б) загальноцехові витрати. Кошторис цехових витрат оформляють у вигляді таблиці А.7.

Загальновиробничі витрати включають: витрати на управління виробництвом; витрати на утримання і експлуатацію обладнання; витрати на вдосконалення технології та організації виробництва; витрати на обслуговування виробничого процесу; витрати на охорону праці, техніку безпеки і охорону навколишнього середовища; інші витрати: витрати від браку, оплата простоїв тощо.

До адміністративних витрат належать загальногосподарські витрати, які спрямовані на обслуговування та управління підприємством: загальні корпоративні витрати; витрати на службові відрядження і утримання апарату управління підприємством та іншого загальногосподарського персоналу; витрати на утримання основних засобів, інших матеріальних необоротних активів загальногосподарського використання (страхування майна, амортизація, ремонт, опалення, освітлення, водопостачання, охорона); винагороди за юридичні, аудиторські і т.п. послуги; витрати на зв'язок; амортизація нематеріальних активів загальногосподарського використання; витрати на врегулювання суперечок в судових органах та інші витрати загальногосподарського призначення.

Адміністративні витрати допускається приймати в розмірах 50...60 % від суми основної і додаткової заробітної плати основних робітників.

Позавиробничі витрати включають витрати на збут продукції та інші операційні витрати (оплату торгово-збутової та рекламної діяльності,

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

фінансування науково-дослідних робіт, створення фонду освоєння нових виробів та ін) та приймаються в розмірі 3...6.5 % від виробничої собівартості.

Собівартість річного випуску та одиниці продукції визначають на основі проведених вище розрахунків. Для річного випуску складається кошторис за елементами витрат (таблиця А.8), а для визначення собівартості одиниці продукції розрахунок проводять за статтями калькуляції (таблиця А.9).

Калькуляцію собівартості одиниці продукції оформляють у вигляді табл. А.10.

Основним показником, який характеризує економічну ефективність виробництва і ступінь використання всіх ресурсів підприємства, є прибуток, який визначається шляхом зменшення суми скоригованого валового доходу за звітний період на суму валових витрат та амортизаційних відрахувань.

Прибуток визначають за спрощеною методикою як різницю між доходами та витратами підприємства за рік:

$$П = Д - В, \quad (7.12)$$

де $Д$ – дохід від реалізації продукції, грн.;

$В$ – витрати підприємства на виготовлення і реалізацію продукції, грн.

За умови, що підприємство реалізувало всю випущену за рік продукцію, дохід визначають за формулою:

$$Д = Ц - К, \quad (7.13)$$

де $Ц$ – ціна одиниці продукції, грн.

$$Ц = (1.1 \dots 1.15) - C_{од.min}, \quad (7.14)$$

де $C_{од.min}$ – менша з двох повних собівартостей (базова або проектна) одиниці продукції.

Витрати підприємства на виготовлення та реалізацію продукції

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

визначають за формулою:

$$B = C_{од} - K, \quad (7.15)$$

де $C_{од}$ – повна собівартість одиниці продукції, грн.

Рентабельність виробництва P_{ϵ} (в %):

$$P_{\epsilon} = \frac{\Pi}{\Phi_{\epsilon.ос} + H_{оз}} \cdot 100\%, \quad (7.16)$$

де Π – прибуток підприємства до виплати податків, грн.;

$\Phi_{\epsilon.ос}$ – середньорічна вартість основних фондів, грн.;

$H_{оз}$ – середньорічна вартість нормованих оборотних, грн.

Рентабельність продукції $P_{прод}$ (в %):

$$P_{пр} = \frac{\Pi_{од}}{C_{од}} \cdot 100\%, \quad (7.17)$$

де $\Pi_{од}$ – прибуток, отриманий від реалізації одиниці продукції, грн.

Величина приведеної річної економії – економічний ефект на програму визначається за формулою:

$$E = (C_1 - C_2) \cdot N, \quad (7.18)$$

де C_1 , C_2 – собівартості деталей, виготовлених за базовим і проектним варіантами технологічних процесів.

$$E = (169,68 - 140,14) \cdot 15000 = 443100 \text{ грн.}$$

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

8.1. Можливість виникнення статичної електрики і заходи для боротьби з цим

Величина потенціалів зарядів штучної статичної електрики на ремінних передачах і стрічках конвейерів може досягати 40 кВ, при механічній обробці пластмас і дерева до 30 кВ, при розпиленні фарб до 12 кВ. За відповідних умов відбувається пробій повітряного прошарку, що супроводиться іскровим розрядом (пробивний опір абсолютно сухого повітря складає 3000 кВ/м), що може ініціювати вибух або пожежу.

Основні заходи, що використовуються для захисту від статичної електрики виробничого походження включають методи, що виключають або зменшують інтенсивність генерації зарядів, і методи, що знімають утворені заряди. Інтенсивність генерації зарядів можна зменшити відповідним підбором пар тертя або змішуванням матеріалів таким чином, що в результаті тертя один із змішаних матеріалів створює заряд одного знаку, а інший – протилежного. В даний час створений комбінований матеріал з нейлону і дакрону, що забезпечує захист від статичної електрики за цим принципом.

Зміною технологічного режиму обробки матеріалів також можна добитися зниження кількості зарядів, що генеруються (зменшення швидкостей обробки, швидкостей транспортування і зливу діелектричних рідин, зменшення сил тертя).

При заповненні сипкими речовинами або рідинами (діелектриками) резервуарів на вході в них застосовують ємності релаксацій, частіше всього у вигляді заземленої ділянки трубопроводу збільшеного діаметра, що забезпечує стікання всього заряду статичної електрики в землю.

					<i>ДР 18-536.00.00</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Субчак</i>				ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Консульт.</i>								
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затв.</i>								
						ТНТУ каф. ТМ гр. МТмз -61		

Заряди утвореної статичної електрики усувають частіше всього шляхом заземлення електропровідних частин виробничого обладнання. Опір такого заземлення повинен бути не більше 100 Ом. При неможливості встановлення пристрою заземлення практикується підвищення відносної вологості повітря в приміщенні. Також збільшують об'ємну провідність діелектрика, для чого в нього вносять графіт, ацетиленову сажу, алюмінієву пудру, а в рідкі діелектрики – спеціальні добавки. Для ряду машин і агрегатів знайшли застосування нейтралізатори статичної електрики (коронного розряду, радіоізотопні, аеродинамічні і комбіновані). У всіх типах цих пристроїв шляхом іонізації повітря поблизу елемента конструкції, що накопичує заряд статичної електрики, утворюються іони, у тому числі із знаком, протилежним знаку заряду, що і викликає його нейтралізацію.

До засобів індивідуального захисту від статичної електрики відносяться електростатичні халати і спеціальне взуття, підошва якого виконана з шкіри або електропровідної гуми, а також антистатичні браслети.

Значно більшу небезпеку представляє атмосферна статична електрика, ефективним засобом захисту від якого є захист від блискавок. Вона включає комплекс заходів і пристроїв, призначених для забезпечення безпеки людей, запобіганню вибухів, загорянь і руйнувань будівель, споруд, обладнання і матеріалів від вибухів, можливих при дії блискавок.

Для всіх будівель і споруд, не пов'язаних з виробництвом і зберіганням вибухових речовин, а також для ліній електропередач і контактних мереж проектування і виготовлення захисту від блискавок повинне виконуватися згідно «Інструкції по захисту від блискавок будівель і споруд» РД 34.21.122–87.

Для створення зон захисту застосовують одиночний стрижньовий громовідвід; подвійний стрижньовий громовідвід; багатократний стрижньовий громовідвід; одиночний або подвійний тросовий громовідвід. Контроль за засобами забезпечення електробезпеки, і зокрема за відповідністю їх вимогам безпеки, покладений на службу головного енергетика і електриків підрозділів.

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		102

8.2. Підвищення стійкості виробничих об'єктів

Під стійкістю роботи виробничих об'єктів розуміють здатність об'єкта виготовляти встановлені види продукції в обсязі і номенклатурі, що відповідають вимогам певних планів в умовах надзвичайних ситуацій, а також пристосованість цього об'єкта до відновлення в умовах його ушкодження. Для об'єктів, які не пов'язані з виробництвом матеріальних цінностей, стійкість визначається їх здатністю виконувати свої функції.

Більш підготовленими до стійкої роботи будуть ті об'єкти, які реально оцінять чинники, що можуть формувати стан об'єкта і розвиток подій в умовах надзвичайних ситуацій.

Підвищення стійкості технічних систем і об'єктів досягається здебільшого організаційно-технічними заходами, яким завжди передували дослідження стійкості конкретного об'єкта.

На першому етапі дослідження аналізують стійкість і уразливість його елементів в умовах надзвичайних ситуацій, а також оцінюють небезпеку виходу з ладу чи руйнування елементів, чи всього об'єкта в цілому. На цьому етапі аналізують:

- надійність устаткування і технологічних комплексів;
- наслідки аварій окремих систем виробництв;
- розповсюдження вибухової хвилі по території підприємства під час вибухів посудин, комунікацій, ядерних зарядів;
- розсівання речовин, що звільняються під час надзвичайних ситуацій;
- можливість вторинного утворення токсичних, пожежо- і вибухонебезпечних сумішей тощо

Кожного разу для виявлення впливів небезпечних чинників необхідно виявити склад тих елементів, на які впливають ті небезпеки, чи які беруть участь у формуванні впливів.

На другому етапі досліджень розробляються заходи з підвищення стійкості і підготовки об'єкта до відновлення його дії після надзвичайних ситуацій. У плані зазначаються об'єм і кошторис планованих робіт, джерела фінансування, основні матеріали та їх кількість, машини і механізми, робоча сила, відповідальні виконавці, термін виконання тощо.

Дослідження стійкого функціонування об'єкта починається задовго до початку його експлуатації. На стадії проектування це якоюсь мірою робить проєктант. Таке саме дослідження об'єкта проводиться відповідними службами на стадії технічних, економічних, екологічних та інших видів експертиз. Кожна реконструкція чи розширення об'єкта також потребує нових досліджень щодо його стійкості. Отже, дослідження стійкості — це не одноразова дія, а тривалий, динамічний процес, який потребує постійної уваги з боку керівництва, технічного персоналу, служб цивільної оборони.

Будь-який виробничий об'єкт містить наземні будівлі і споруди основного і допоміжного виробництва, складські приміщення та приміщення адміністративно-побутового призначення. У будинках та спорудах основного і допоміжного виробництва розміщується типове технологічне обладнання, мережі газо-, тепло-, електропостачання. Між собою приміщення і споруди з'єднані мережею внутрішнього транспорту, мережею енергоносіїв і системами зв'язку й управління. На території виробничих об'єктів можуть бути розташовані споруди автономних систем електро- і водопостачання, а також окремі технологічні пристрої, що знаходяться окремо від інших будівель і споруд. Будинки і споруди побудовані за типовими проєктами з уніфікованих матеріалів. Проєкти виробництва виконуються за єдиними нормами технологічного проєктування, що зумовлює середній рівень щільності забудови (звичайно 30—60 %). Все це дає підстави вважати, що для всіх об'єктів, незалежно від профілю виробництва і призначення, характерні загальні чинники, що впливають на стійкість об'єкта, його роботу в умовах НС.

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		104

На працездатність виробничого об'єкта мають негативний вплив специфічні умови і перш за все — район його знаходження. Він визначає рівень і вірогідність впливу небезпечних чинників природного походження (сейсмічний вплив, селі, зсуви, тайфуни, цунамі, кількість гроз, липневих дощів та ін.). Тому велика увага приділяється дослідженню й аналізу району розташування об'єкта. Одночасно з'ясовуються метеорологічні умови району (кількість опадів, напрямки дії пануючих вітрів, максимальна і мінімальна температура найбільш спекотного та найбільш холодного місяців, вивчається рельєф місцевості, характер ґрунту, глибина залягання ґрунтових вод, їх хімічний склад). На стійкість об'єкта впливають: характер забудови території (структура, тип, щільність забудови), наявність розташованих поблизу об'єкта суміжних виробництв, транспортні магістралі, природничі умови місцевості (лісові масиви — джерела пожеж; водні об'єкти — можливі транспортні комунікації, вогнеогороджуючі зони і одночасно джерела повеней та ін.).

Район розташування може відігравати роль головного чинника в забезпеченні захисту і працездатності об'єкта в умовах необхідного виходу з експлуатації штатних шляхів подання сировини чи енергоносіїв. Наприклад, наявність річки поблизу об'єкта дозволяє при порушенні шляхових і трубопровідних магістралей здійснити подачу матеріалів, сировини і комплектуючих водним транспортом.

Під час вивчення стійкості об'єкта дають характеристику будинкам основного і допоміжного виробництва, а також будинкам, які не беруть участь у виробництві основної продукції у випадках НС. Визначають основні особливості їх конструкції, технічні відомості, поверховість, розміри, вид каркасу, стикові заповнення, світові прорізи, покрівлю, перекриття, ступень зношення, вогнетривкість будинків, кількість робітників і службовців, які одночасно працюють у приміщеннях (найбільша робоча зміна), наявність убудованих в будинок сховищ чи сховищ, які знаходяться поблизу від основних будинків, наявність в будинках засобів евакуації та їх пропускну здатність.

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		105

Під час оцінки внутрішнього планування території об'єкта визначається вплив щільності і типу забудови на можливість виникнення і розповсюдження пожеж, утворення звалищ біля входів у схованках і проходів між будинками. Особливу увагу звертають на відділки, де можуть виникнути другорядні чинники ураження. Такими джерелами є: місткості з ЛЗР і СДЯР, склади ВР і вибухонебезпечне технологічне устаткування; технологічні комунікації, руйнування яких може спричинити пожежі, вибухи і загазованість, склади легкозаймистих матеріалів, аміачні пристрої та ін.

Чинники прогнозування наслідків таких процесів:

- витікання тяжких і легких газів чи токсичного диму;
- розсіювання продуктів горіння у внутрішніх приміщеннях;
- пожежі цистерн, колодязів, фонтанів;
- нагрівання і випарювання рідини в басейнах та місткостях;
- вплив на людину продуктів горіння та інших хімічних речовин;
- радіаційного теплообігу під час пожеж;
- утворення ударної хвилі в результаті вибухів пари ЛЗР, посудин, що працюють під тиском, вибухів у зачинених і відчинених приміщеннях;
- розповсюдження полум'я в будинках і спорудах об'єкта тощо.

Технологічний процес вивчається за обліком специфіки виробництва за час НС (зміни технології, часткове припинення виробництва, переключення на виробництво нової продукції та ін.). Оцінюється мінімум і можливість заміни енергоносіїв, можливість автономної роботи окремих одиниць обладнання об'єкта; запас і місце розташування СДЯР, ЛЗР та ін.; засоби безаварійної зупинки виробництва в умовах НС. Особливу увагу необхідно приділяти вивченню систем газопостачання, оскільки руйнування цих систем може призвести до появи вторинних уражуючих чинників.

Під час дослідження систем управління на об'єкті вивчають розподіл сил і стан пунктів управління і надійності вузлів зв'язку; визначають джерела

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		106

поповнення робочої сили, аналізують можливості взаємозаміни складу керівництва об'єкта.

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		107

9 ЕКОЛОГІЯ

9.1. Методи і засоби захисту від шуму на ділянці

Боротьба з шумом на виробництві ковпака РКС6.03121 є однією з найскладніших проблем, оскільки джерела шуму різноманітні й потребують комплексу заходів технічного, організаційного і медичного характеру на всіх стадіях проектування, будівництва, експлуатації машин і устаткування. Відомі три основні напрямки боротьби з шумом:

1. Зменшення рівня шуму у джерелі виникнення, застосування раціональних конструкцій, нових матеріалів і технологічних процесів.
2. Звукоізоляція устаткування за допомогою глушників, резонаторів, кожухів, захисних конструкцій, оздоблення стін, стелі, підлоги тощо.
3. Використання засобів індивідуального захисту.

Технологічні заходи охоплюють характеристику і розміщення устаткування і машин, вимоги до розрахунку характеристик шуму на стадії проектування, обмеження шуму звукопоглинаючих конструкцій і екранів, фільтровентиляційних установок, заміну технологічних процесів і механізмів на менш шумні, обладнання звукоізолюючих кабін операторів, дистанційне керування обладнанням, автоматизацію виробничих процесів зі зменшенням кількості операторів тощо.

Планувальні заходи передбачають ізоляцію шумних цехів від тихих приміщень, збільшення відстані між ними (на стадії проектування виробництва), розташування шумних цехів з підвітряного боку і торцем до фасаду інших будівель. Зелені насадження навколо шумних цехів і шумозахисна зона так само сприяють поглинанню шуму.

У виробничих умовах поряд із звукоізоляцією широко застосовують засоби

					<i>ДР 18-536.00.00</i>			
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Субчак</i>				ЕКОЛОГІЯ	<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Дичковський</i>							
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Зав. каф.</i>								
						<i>ТНТУ каф. ТМ гр. МТмз-61</i>		

звукопоглинання. З метою поглинання шуму приміщеннями цехів малого об'єму (400—500 м³) їх оздоблюють пористими матеріалами. Позитивний ефект звукопоглинання дає застосування мінеральних плит, матів з базальтового волокна, штукатурки пінистої або зернистої структури тощо. У приміщеннях великого об'єму ефективні звукопоглинаючі бар'єри і об'ємні поглиначі (куби, конуси тощо), які підвішують над шумними агрегатами для зниження рівня шуму на 5-12 дБ. Застосування звукопоглинаючих матеріалів у комплексі із заміною устаткування в окремих випадках знижує рівень шуму до нормативного (ткацькі цехи).

У боротьбі з аеродинамічним шумом (вихлопи і всмоктування повітря пневматичними інструментами, компресорами, вентиляторами тощо) застосовують глушники різної конструкції, які поглинають шум вихлопу або всмоктування повітря, газів і парів. Вибір типу глушника залежить від рівня і спектрального складу шуму. Для гасіння високочастотного шуму застосовують активні глушники, в основу яких покладено принцип звукової енергії, для гасіння низькочастотного шуму — реактивні глушники, що працюють як акустичний фільтр. Якщо немає змоги забезпечити дотримання вимог технічного характеру, важливого значення набувають організаційно-профілактичні заходи — застосування індивідуальних засобів захисту органів слуху.

Засоби індивідуального захисту від шуму — протишуми — використовують тоді, коли технічні засоби не забезпечують його зниження до безпечного рівня. Тип засобу протишуму вибирають за рівнем і спектром шуму. Застосовують десятки варіантів вкладишів (втулки, тампони тощо), навушники і шоломи для ізоляції зовнішнього слухового ходу від шуму різного спектрального складу. До протишумових вкладишів, які вставляють у слуховий хід, належать заглушки у вигляді тампонів, гумові ковпачки, циліндри із спеціального пінопласту, пластичні вкладиші (виготовлені індивідуально за формою слухового ходу), а також вкладиші одноразового використання. Ефективними вважаються

вкладиші із суміші волокон органічної бактерицидної вати і ультратонких полімерних волокон — беруши.

Зручними щодо експлуатації і гігієни є протишумові навушники. Протишумові шоломи — громіздкі й дорогі, їх використовують при дуже високих рівнях шуму в комбінації з навушниками і протишумовими костюмами. Використання засобів протишуму дає змогу уникнути не тільки зниження слуху, а й порушення функцій нервової системи.

Зменшення тривалості контакту з шумом, застосування раціонального режиму праці та відпочинку, періодичного короткочасного відпочинку від шуму протягом робочого дня, суміщення професій в умовах шуму і його відсутності значно знижують негативний вплив шуму. Для профілактики несприятливого впливу імпульсного шуму рекомендується заповнювати паузи між імпульсами рівним фоновим шумом. При цьому різниця між рівнями фону та імпульсного шуму не повинна перевищувати 20 дБ. З метою підготовки працівника до чергового імпульсу шуму використовують світлові застережні сигнали.

9.2. Застосування електрофільтрів для очищення промислових газів

Електричне очищення — один з найдосконаліших видів очищення газів від зважених в них частинок пилу і туману. Цей процес заснований на ударній іонізації газу в зоні коронуючого розряду, передачі заряду іонів частинкам домішок і осадженні останніх на осаджуючих і коронуючих електродах.

Забруднені гази, що поступають в електрофільтр під час виготовлення ковпака РКС6.03121, завжди виявляються частково іонізованими за рахунок різних зовнішніх дій (рентгенівського і космічного проміння, радіоактивних випромінювань, нагріву газу і ін.), тому вони здатні проводити струм, потрапляючи в простір між двома електродами. Сила струму залежить від числа іонів і напруги між електродами. При збільшенні напруги в рух між електродами

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

втягується все більше число іонів і сила струму росте до тих пір, поки в русі не виявляться всі іони, що є в газі.

При цьому величина сили струму стає постійною (струм насичення), не дивлячись на подальше зростання напруги. При деякій достатньо великій напрузі іони і електрони настільки пришвидшуються, що, стикаючись з молекулами газу, іонізують їх, перетворюючи нейтральні молекули на позитивні іони і електрони. Нові іони і електрони, що утворилися, пришвидшуються електричним полем і, у свою чергу, іонізують нові молекули газу. Цей процес, названий ударною іонізацією газу, протікає стійко лише в неоднорідному електричному полі, характерному для циліндричного конденсатора (рис. 9.1).

В зазорі між коронуючим 1 і осаджувальним 2 електродами створюється електричне поле пониженої напруженості з силовими лініями 3, направленими від осаджувального до коронуючого електроду або навпаки. Напруга до електродів подається від випрямляча 4.

Аерозольні частинки, що поступають в зону між коронуючим н осаджувальним електродами, адсорбують на своїй поверхні іони, набуваючи електричний заряд, і одержують тим самим прискорення, направлене у бік електроду із зарядом протилежного знаку.

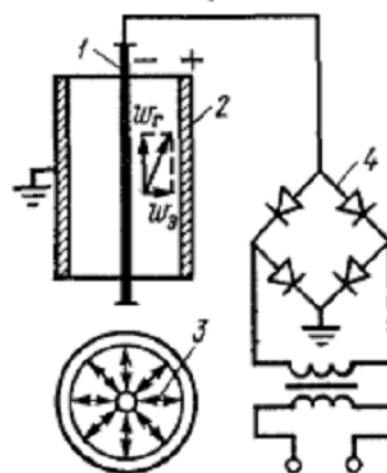


Рисунок 9.1 - Схема розташування електродів в електрофільтрі

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

Процес зарядження частинок залежить від рухливості іонів, траєкторії руху і часу перебування частинок в зоні коронуючого заряду. Враховуючи, що в повітрі і димових газах рухливість негативних іонів вище, ніж позитивних, електрофільтри звичайно роблять з короною негативною полярністю. Час зарядження аерозольних частинок невеликий і вимірюється частками секунди. Необхідно відзначити, що частинки, що поступають в електрофільтр, звичайно вже мають невеликий заряд, отриманий за рахунок тертя об стінки трубопроводів і устаткування. Цей заряд (трубозаряд) не перевищує 5% заряду, одержуваного частинкою при коронному розряді.

Рух заряджених частинок до осаджувального електроду відбувається під дією аеродинамічних сил, сили взаємодії електричного нуля і заряду частинки, сили ваги і сили тиску електричного вітру.

Під дією аеродинамічних сил частинка рухається по напрямку основного потоку газу із швидкістю, близької до швидкості газу, яка складає 0,5—2 м/с. Основною причиною руху частинки до осаджувального електроду є сила взаємодії між електричним полем і зарядом частинки. Розрахунки швидкості цього руху показують, що її значення залежить головним чином від розмірів частинок і напруженості електричного поля.

Сила ваги не робить помітного впливу на траєкторію руху частинок пилу. За час перебування в електрофільтрі частинки розміром 10 мкм падають всього на 3—5 см, тому в розрахунках силу ваги звичайно не враховують.

Електричний вітер, що виникає і місцях генерації іонів, тобто у коронуючих електродів, викликаючий циркуляцію газу в міжелектродному проміжку з швидкістю до 0,5—1,0 м/с, обумовлений механічною дією іонів, що рухаються, на молекули газу і частинки пилу. Цей вітер робить вплив на рух частинок до осаджувальних електродів і на перемішування іонів та зважених частинок в міжелектродному просторі. Проте через відсутність методики розрахунку швидкості електричного вітру його впливом на рух частинок нехтують.

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Таким чином, негативно заряджені аерозольні частинки рухаються до осаджувального електроду під дією аеродинамічних і електричних сил, а позитивно заряджені частинки осідають на негативному коронуєчому електроді. З огляду на те, що об'єм зовнішньої зони коронного розряду у багато разів більший об'єму внутрішньої, більшість частинок пилу одержує заряд негативного знаку. Тому основна маса пилу осідає на позитивному осаджувальному електроді і лише відносно невелика кількість - на негативному коронуєчому електроді.

Важливе значення на процес осадження пилу на електродах має електричний опір шарів пилу. По величині електричного опору розрізняють:

1) пил з малим питомим електричним опором ($<10^4$ Ом·см), який при зіткненні з електродом миттєво втрачає свій заряд і набуває заряд, відповідний знаку електроду, після чого між електродом і частинкою виникає сила відштовхування, що намагається повернути частинку в газовий потік. Протидіє цій силі тільки сила адгезії і, якщо вона виявляється недостатньою, то різко знижується ефективність процесу очищення;

2) пилинки з питомим електричним опором від 10^4 до 10^{10} Ом·см добре осідають на електродах і легко віддаляються при їх при струшуванні;

3) пил з питомим електричним опором більше 10^{10} Ом·см найважче вловлюється в електрофільтрах, оскільки на електродах частинки розряджаються поволі, що в значній мірі перешкоджає осадженню нових частинок.

В реальних умовах зниження питомого електричного опору пилу можна здійснити зволоженням заповненого газу.

Конструкцію електрофільтрів визначають умови роботи склад і властивості газів, що очищаються, концентрація і властивості зважених частинок, параметри газового потоку і т.д.

В промисловості використовують декілька типових конструкцій сухих і мокрих електрофільтрів, що використовуються для очищення технологічних викидів.

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

Сухі електрофільтри типу УГМ (уніфіковані горизонтальні малогабаритні) рекомендується застосовувати для тонкого очищення газів від пилу різних видів. В корпусі електрофільтру встановлені коронуючі і осаджувальні електроди. Рівномірне підведення газу до електродів досягається установкою розподільних ґрат на вході у фільтр. Періодичне очищення коронуючих і осаджувальних електродів проводиться струшуючим механізмом.

Для очищення вентиляційних викидів від різного пилу з високою концентрацією забруднень застосовуються двозонні електрофільтри типу ФЕ, РИОН та ін. Потік повітря в такому фільтрі проходить послідовно зони іонізації і осадження, а також пористий фільтр. Накопичений пил періодично змивається водою. Принципова схема двохзонного електрофільтру показана на рис. 9.2.

Забруднений газ проходить іонізатор, в склад якого входять позитивні 1 і негативні 2 електроди. Іонізатор виконаний так, щоб при швидкості 2 м/с частинки пилу встигали заряджатись, але ще не осідали на електроди. Заряджаючі частинки газовим потоком захоплюються в осаджувач, що є системою пластин-електродів 3 і 4.

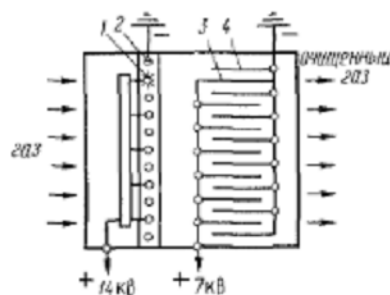


Рисунок 9.2 – Схема двохзонного електрофільтра

Зарядженні частинки осідають в полі осаджувача на пластинах протилежної полярності. Вибором відстані між пластинами (6—7 мм) вдається при порівняно невеликій напрузі між пластинами (7 кВ) отримати напруженість 80—100 В/м, що достатня для осадження частинок субмікронних розмірів.

					ДР 18-536.00.00	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі проведено аналіз стану питання щодо дослідження точності токарної обробки циліндричних поверхонь втулок. В результаті моделювання та аналізу результатів встановлено, що при затиску втулки трьома затискними елементами максимальні напруження досягають 40,6 МПа, деформації – 0,02 мм, при цьому запас міцності становив 6,96. При затиску шістьма затискними елементами максимальні напруження досягають 23,9 МПа, деформації – 0,006 мм, при цьому запас міцності становив 11,79. При затиску затискними елементами, що забезпечують рівномірний затиск втулки по всій циліндричній поверхні максимальні напруження досягають 5,4 МПа, деформації – 0,002 мм, при цьому запас міцності становив 52,3.

Отже, найкращим варіантом є використання затискних елементів, що забезпечують рівномірний затиск втулки, оскільки порівняно із затиском трьома та шістьма затискними елементами максимальні напруження зменшуються у 7,52 та 4,43 рази відповідно, а деформації - у 10 та 3 рази відповідно.

При прикладанні сили різання у 200Н до втулки, одержали максимальні напруження 101,6 МПа та максимальні деформації 0,1мм. Отже, під час токарної обробки у втулці виникають більші напруження та деформації ніж при її затиску при прикладанні однакових сил, що і впливає на точність її виготовлення.

Під час експериментальних досліджень встановлено, що із збільшенням величин подачі різця S та глибини різання t відхилення від циліндричності ΔR поверхні втулок із сталі 40Х після токарної обробки зростає, при цьому збільшення швидкості різання V навпаки призводить до зменшення цього показника точності. Максимальне відхилення від циліндричності ΔR поверхні

					<i>ДР 18-536.00.00</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Субчак</i>				<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Дичковський</i>						
<i>Реценз.</i>					ВИСНОВКИ ТНТУ, каф ТМ гр. МТмз-61		
<i>Н. контр.</i>							
<i>Затв.</i>							

втулок із сталі 40Х складає 0,025 мм, а мінімальне – 0,011 мм. Збільшення подачі різця S від 0,1 мм/об до 0,5 мм/об призводить до зростання відхилення від циліндричності в 1,71 рази. Також збільшення глибини різання t від 0,2 мм до 1 мм надає приросту відхилення від циліндричності в 1,5 рази, а збільшення швидкості різання V від 80 до 120 м/хв призводить до зменшення відхилення від циліндричності в 1,04 рази. Тому поверхні втулок доцільно проточувати при підвищених частотах обертання шпинделя із зменшенням подачі різця.

Вдосконалено відомий технологічний процес виготовлення ковпака РКС6.03121.

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кухарський О. М., Куцак І. В. Методичний посібник до курсового проекту по курсу “Технологія машинобудування”. Тернопіль, 2001. 58 с.
2. Классификатор ЕСКД. Иллюстрированный определитель деталей. Классы 71,72,73,74,75,76 (в отдельных книгах). М.: Издательство стандартов, 1986. 235 с.
3. Орлова П. Н., Скороходова Е. А. Краткий справочник металлиста. М.: Машиностроение, 1986. 456 с.
4. Боженко Л. І. Технологія виробництва заготовок у машинобудуванні. Київ: НМК ВО, 1990. 264 с.
5. Дьячков В. Б. Специальные металлорежущие станки общемашиностроительного применения: справочник. М.: Машиностроение, 1983. 328 с.
6. Косилова А. Г., Мещеряков Р. К. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. М. : Машиностроение, 1985. Т. 2. 496 с.
7. Кухарський, О. М., Кузьмін М. І. Визначення припусків табличним методом. Тернопіль : Видавництво ТДТУ, 2004. 135 с.
8. Паливода Ю. Є., Кухарський О. М. Визначення припусків розрахунково-аналітичним методом, Тернопіль, 2003. 81 с.
9. Косилова А.Г., Мещеряков Р. К. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. М. : Машиностроение, 1985. Т. 1. 1986. 656 с.
10. Барановский Ю. В. Режимы резания металлов. М.: Машиностроение, 1972. 258 с.
11. Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г., Капаціла Ю. Б., Гевко Ів. Б. Технологія оброблення корпусних деталей : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 156 с.
12. Горбацевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Минск: Вышэйшая школа, 1975. 288 с.

					<i>ДР 18-536.00.00</i>					
<i>Зм</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ					
<i>Розроб.</i>	<i>Субчак</i>							<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Дичковський</i>									
<i>Реценз.</i>										
<i>Н. контр.</i>								<i>ТНТУ, каф. ТМ</i>		
<i>Затв.</i>								<i>гр. МТмз-61</i>		

13. Итин А. М., Родичев Ю. Я. Наладка и эксплуатация токарных многошпиндельных полуавтоматов. М. : Машиностроение, 1977. 136 с.

14. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1966. 650 с.

15. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. М.: Машиностроение, 1965. 461 с.

16. Кухарський О. М. Методичні вказівки на тему “Проектування калібра-пробки, калібра-скоби” для виконання конструкторської частини дипломного проекту. Тернопіль, 2005.

17. Жидецький В. Ц., Джигирей В. Ц., Мельников О. В. Основи охорони праці : навчальний посібник. Львів: Афіша, 2000. 350 с.

18. Жидецький В. Ц. Практикум із охорони праці : навчальний посібник. Львів: Афіша, 2000. 349 с.

19. Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г., Капаціла Ю. Б. Технологія оброблення валів : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 198 с.

20. Егоров М. Е. Основы проектирования машиностроительных заводов. М.: Высш. школа, 1969. 480 с.

21. Руденко П. А. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. К.: Вища шк., 1991. 247 с.

22. Технологічне оснащення для високоефективної обробки деталей на токарних верстатах: монографія / Ю.М.Кузнецов, І.В.Луців, О.В.Шевченко, В.Н.Волошин. Т.: Тернограф, 2011. 692 с.

23. Луців І.В., Волошин В.Н., Буховець В.М. Оцінка впливу похибок комплексного самоналагоджувального оснащення на точність оброблювальних циліндричних поверхонь. Вісник національного університету «Львівська політехніка». Львів, 2016. №839. С. 80-85.

24. Балакшин Б.С. Адаптивное управление станками. М.: Машиностроение, 1973. 668 с.

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

25. Волошин В.Н. Синтез затискних патронів з позиційними багатопрофільними затискними елементами для токарних верстатів. Дис.... канд. техн. наук: 05.03.01. К.: НТУУ «КПІ», 2003. 234 с.

26. Буховець В.М. Комплексне самоналагоджувальне оснащення для високоефективного затиску та багато різцевої обробки. Дис.... канд. техн. наук: 05.03.01. Тернопіль, 2019. 202 с.

27. Скиба О.П. Синтез гвинтових затискних пристроїв для закріплення тонкостінних заготовок на металорізальних верстатах. Дис.... канд. техн. наук: 05.03.01. Тернопіль, 2010. 229 с.

28. Гагалюк А.В. Підвищення якості оброблення циліндричних поверхонь деталей машин з використанням спорядження з передавально-підсилюючими елементами. Дис.... канд. техн. наук: 05.02.08. Тернопіль, 2011. 177 с.

29. Субчак О. Дослідження циліндричності поверхонь після проточування / II Міжнародна студентська науково-технічна конференція “Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання”: 25-26 квітня 2019 р. : тези доп. – Тернопіль : вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2019. С. 144.

30. Капаціла Ю.Б., Комар Р.В., Дячун А.Є. Механоскладальні дільниці та цехи. Методичні вказівки до практичних та самостійних занять студентів всіх форм навчання напряму підготовки 6.050502 «Інженерна механіка» та спеціальності 131 «Прикладна механіка». Тернопіль, 2016. 40 с.

31. Дячун А. Є. Методичний посібник з виконання курсового проекту з дисципліни «Технологія обробки типових деталей та складання машин» / А. Є. Дячун, Ю. Б. Капаціла, Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 75 с.

32. Дичковський М. Г. Технологічна оснастка. Проектно-конструкторські розрахунки пристосувань: навч. посіб. Тернопіль : ТДТУ, 2001. 277 с.

33. Капаціла Ю. Б., Комар Р. В. Проектування машинобудівних виробництв : методичні вказівки до курсової роботи для студентів всіх форм навчання

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

спеціальності 131 «Прикладна механіка» галузі знань 13 «Механічна інженерія». Тернопіль : ТНТУ, 2017. 40 с.

34. Пилипець М. І., Данильченко Л. М., Ткаченко І. Г : методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Організація виробництва». Тернопіль : ТНТУ, 2018. 60 с.

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКІВ ДО ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Таблиця А.1 - Характеристика варіантів технологічного процесу

№ п/п	Програма запуску, шт	Тшт, хв	Тр/місткість на деталь, н-год	Тр/місткість на програму, н-год	Розряд робітника
1	2	3	4	5	6
Базовий варіант					
005	15789	1.2	0,02	315,78	3
010	15789	2.5	0,042	663,138	3
015	15789	1.4	0,023	363,147	3
020	15789	0.62	0,01	157,89	3
025	15789	1.7	0,028	442,092	3
030	15789	1.8	0,03	473,67	3
Сума		9,22	0,153	2415,717	
Проектний варіант					
005	15789	3.66	0,061	963,129	3
010	15789	5.12	0,085	1342,065	3
015	15789	0.53	0,009	142,101	3
020	15789	1.49	0,025	394,725	3
025	15789	1.14	0,019	299,991	3
Сума		11,94	0,199	3142,011	

					<i>ДР 18-536.00.00</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Субчак</i>				<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Дичковський</i>						10
<i>Реценз.</i>					ДОДАТОК А <i>ТНТУ каф. ТМ</i> <i>гр. МТмз -61</i>		
<i>Н. контр.</i>							
<i>Затв.</i>							

Таблиця А.2 - Склад технологічного обладнання

№ п/п	Кількість місць	Потужність електро-двигуна 1-го верстага, кВт	Потужність електро-двигунів всіх верстагів,	Вартість 1-го верстага, грн	Вартість всіх верстагів, грн	Витрати на перевезення і монтаж, грн	Сума всіх витрат, грн	Категорія ремонтної складності
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Базовий варіант								
005	1	17	17	350000	350000	28000	378000	30
010	1	30	30	400000	400000	32000	432000	30
015	1	30	30	400000	400000	32000	432000	30
020	1	4.0	4	30000	30000	2400	32400	30
025	1	7.5	7,5	40000	40000	3200	43200	30
030	1	4.0	4	30000	30000	2400	32400	30
Сума	6		92,5		1250000	100000	1350000	30
Проектний варіант								
005	1	10	10	150000	150000	12000	162000	20
010	1	10	10	150000	150000	12000	162000	20
015	1	4.0	4	30000	30000	2400	32400	20
020	1	7.5	7,5	40000	40000	3200	43200	20
025	1	4.0	4	30000	30000	2400	32400	20
Сума	5		35,5		400000	32000	432000	20

Таблиця А.3 - Зведена відомість складу працюючих

№ п/п	Категорія працюючих	Кількість	Процентне відношення
1	2	3	4
Базовий варіант			
1	Виробничі робітники	7	-
2	Допоміжні робітники	3	30
3	Молодший обслуговуючий персонал	1	2-3
4	Інженерно-технічні працівники	2	10-13

Закінчення таблиці А.3

1	2	3	4
5	Лічильно-конторський персонал	1	4-5
Всього		14	
Проектний варіант			
1	Виробничі робітники	6	-
2	Допоміжні робітники	2	30
3	Молодший обслуговуючий персонал	1	2-3
4	Інженерно-технічні працівники	1	10-13
5	Лічильно-конторський персонал	1	4-5
Всього		11	

Таблиця А.4 - Капітальні витрати по основних фондах

№ п/п	Назва основних фондів	Вартість, тис. грн	Норма амортизації	Сума амортизації, тис. грн	Питома вага в заготовках
1	2	3	4	5	6
Базовий варіант					
1	Будівлі:				
	а) виробничі приміщення	110,8	5,61	841,5	0,06
	б) допоміжні приміщення	38,78	1,96	294	0,02
	в) адмін.-побутові	53,9	2,73	409,5	0,03
	ВСЬОГО:	203,48		1545	0,11
2	Споруди і передаючі пр.	10,174	0,52	78	0,01
3	Обладнання:				
	а) виробниче	1350	68,4	10260	0,68
	б) енергетичне	6,9375	0,35	52,5	0
	в) транспортне	135	6,84	1026	0,07
	г) контр.-вимірювальне	67,5	3,42	513	0,03
	ВСЬОГО:	1559,4375		11851,5	0,78

Арк.

ДР 18-536.00.00

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

Закінчення таблиці А.4

1	2	3	4	5	6
4	Інструмент і пристрої	137,7	60	82620	5,51
5	Виробн. і госп. інвентар	13,5	24	3240	0,22
	ВСЬОГО:	1924,2915		99334,5	6,63
Проектний варіант					
1	Будівлі:				
	а) виробничі приміщення	93,2	4,72	708	0,05
	б) допоміжні приміщення	32,62	1,65	247,5	0,02
	в) адмін.-побутові	42,35	2,15	322,5	0,02
	ВСЬОГО:	168,17		1278	0,09
2	Споруди і передаючі пр.	8,4085	0,43	64,5	0
3	Обладнання:				
	а) виробниче	432	21,89	3283,5	0,22
	б) енергетичне	2,6625	0,13	19,5	0
	в) транспортне	43,2	2,19	328,5	0,02
	г) контр.-вимірювальне	21,6	1,09	163,5	0,01
	ВСЬОГО:	499,4625		3795	0,25
4	Інструмент і пристрої	44,064	60	26438,4	1,76
5	Виробн. і госп. інвентар	4,32	24	1036,8	0,07
	ВСЬОГО:	724,425		32612,7	2,17

Арк.

ДР 18-536.00.00

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

Таблиця А.5 - Зведена відомість річного фонду зарплати

Категорії працюючих	Основна зарплата, тис. грн	Доплата, тис. грн	Всього фонд основної зарплати, тис. грн	Додаткова зарплата, тис. грн	Річний фонд зарплати, тис. грн	Нарахування на зарплату, тис. грн	Всього витрати на зарплату, тис. грн	Середньо-місячна зарплата
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Базовий варіант								
Робітники:								
- основні	17,38	5,214	22,594	1,0428	23,64	6,6044	30,2444	7281,43
- допоміжні	38,85	9,7125	48,5625	2,331	50,89	14,763	65,653	5413,61
ІТП	28,51	7,1275	35,6375	1,7106	37,35	10,8338	48,1838	7556,25
ЛКП	12,95	3,2375	16,1875	0,777	16,96	4,921	21,881	5413,33
МОП	12,95	3,2375	16,1875	0,777	16,96	4,921	21,881	5413,33
ВСЬОГО:	110,64	28,529	139,169	6,6384	145,8	42,0432	187,8432	
Проектний варіант								
Робітники:								
- основні	21,85	6,555	28,405	1,311	29,72	8,303	38,023	7412,78
- допоміжні	25,14	6,285	31,425	1,5084	32,93	9,5532	42,4832	5372,08
ІТП	13,84	3,46	17,3	0,8304	18,13	5,2592	23,3892	7510,83
ЛКП	12,57	3,1425	15,7125	0,7542	16,47	4,7766	21,2466	5372,5
МОП	12,57	3,1425	15,7125	0,7542	16,47	4,7766	21,2466	5372,5
ВСЬОГО:	85,97	22,585	108,555	5,1582	113,72	32,6686	146,3886	

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-536.00.00

Арк.

Таблиця А.6 - Відомість витрат на матеріали

№ п/п	Матеріали	Розхід на деталь, кг	Річна витрата, т.	Вартість, грн.	Загальні тр. витрати, грн.	Загальна вартість відходів, грн.	Загальна вартість матеріалу, грн.
1	2	3	4	5	6	7	8
Базовий варіант							
1	Основні матеріали	3,47	54,79	1424540	113963,2	49633,04	1488870,16
2	Допоміжні матеріали	0,061	0,96	24929,45	1994,36	868,58	26055,23
Проектний варіант							
1	Основні матеріали	3,12	49,26	1280760	102460,8	39818,59	1343402,21
2	Допоміжні матеріали	0,055	0,86	22413,3	1793,06	696,83	23509,54

Таблиця А.7 - Кошторис цехових витрат

№ з/п	Найменування статей витрат	Витрати, тис. грн. Базовий варіант	Витрати, тис. грн. Проектний варіант
1	2	3	4
	А. НА УТРИМАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЮ ОБЛАДНАННЯ		
1	Амортизація обладнання	11,85	3,8
2	Експлуатація обладнання		
	а) допоміжні матеріали	26,06	23,51
	б) електроенергія	0,04	0,02
	в) стиснуте повітря	0,013	0,011
	г) вода для виробничих потреб	0,679	0,571
	д) пара для виробничих потреб	9,067	8,152
	е) зарплата основна і додаткова	30,24	38,02

Арк.

ДР 18-536.00.00

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

Продовження таблиці А.7

1	2	3	4
3	Черговий ремонт		
	а) обладнання	67,5	21,6
	б) цінний інструмент	20,66	6,61
4	Внутрішні переміщення вантажів	6,75	2,16
5	Зношення малоцінного і швидкозношуваного інструменту	91,8	29,38
6	Інші витрати	32,45	10,39
	ВСЬОГО по розділу А:	297,109	144,224
	А. ЗАГАЛЬНОЦЕХОВІ ВИТРАТИ		
1	Утримання апарату управління цехом		
	а) ІТП	48,1838	23,3892
	б) службовці (ЛКП)	21,881	21,2466
2	Утримання решти цехового персоналу		
	а) МОП	21,881	21,2466
	б) доп.робітники, не вказанні в розд. А	39,39	25,49
3	Амортизація будівель та інвентаря	4,86	2,38
4	Утримання будівель, споруд та інвентаря		
	а) електроенергія для освітлення	61,38	51,63
	б) пара для опалення	38,484	32,371
	в) вода для побутових потреб	3,5905	2,77225
	г) матеріальні та інші витрати	2,14	1,77
	д) інвентаря	13,5	4,32
5	Черговий ремонт будівель, споруд, інвентаря	6,81	5,43
6	Випробування, досліди та дослідження, раціоналізація і винахідництво	0,91	1,14
7	Охорона праці	2,42	3,04
8	Зношення малоцінного та швидкозношуваного інвентаря	5,4	1,73
9	Інші витрати	5,42	3,96

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДР 18-536.00.00

Арк.

Закінчення таблиці А.7

1	2	3	4
	ВСЬОГО по розділу Б:	276,25	201,92
	ВСЬОГО цехових (побічних) витрат	573,359	346,144

Таблиця А.8 - Кошторис витрат на виробництво продукції

№ з/п	Найменування статей витрат	Базовий варіант сума, тис. грн.	Проектний варіант сума, тис. грн.
1	2	3	4
1	Основні матеріали з врахуванням транспортних витрат та з вирахуванням відходів	1488,87	1343,4
2	Основна зарплата основних виробничих робітників	22,59	28,4
3	Додаткова зарплата основних виробничих робітників	1,04	1,31
4	Відрахування на соцстрах із зарплати основних виробничих робітників	6,6	8,3
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	297,11	144,22
6	Загальноцехові витрати	276,25	201,92
	Всього цехова собівартість	2092,46	1727,55
7	Загальнозаводські витрати	35,58	29,92
	Всього виробнича собівартість	2128,04	1757,47
8	Позавиробничі витрати	85,12	70,3
	Всього повна собівартість	2213,16	1827,77
9	Плановий прибуток	331,97	274,17
	Всього випуск в оптових цінах підприємства	2545,13	2101,94

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця А.9 - Калькуляція собівартості одиниці продукції

№ з/п	Найменування статей витрат	Базовий варіант Сума, грн.	Проектний варіант Сума, грн.
1	2	3	4
1	Основні матеріали з врахуванням транспортних витрат та з вирахуванням відходів	99,26	89,56
2	Основна зарплата основних виробничих робітників	1,51	1,89
3	Додаткова зарплата основних виробничих робітників	0,07	0,09
4	Відрахування на соцстрах із зарплати основних виробничих робітників	0,44	0,55
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	19,81	9,61
6	Загальноцехові витрати	18,42	13,46
	Всього цехова собівартість	139,5	115,17
7	Загальнозаводські витрати	2,37	1,99
	Всього виробнича собівартість	141,87	117,16
8	Позавиробничі витрати	5,67	4,69
	Всього повна собівартість	147,54	121,86
9	Плановий прибуток	22,13	18,28
	Всього випуск в оптових цінах підприємства	169,68	140,14

Таблиця А.10 - Калькуляція собівартості одиниці продукції

№ з/п	Нормативні показники	Одиниця виміру	Величина показника базового варіанту	Величина показника проектного варіанту
1	2	3	4	5
1	Річний випуск продукції:			
	а) в натуральному вираженні	шт.	15000	15000
	б) у вартісному вираженні	грн.	2545130	2101940
2	Капітальні затрати:			

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Закінчення таблиці А.10

1	2	3	4	5
	а) загальні	тис. грн.	1924,29	724,42
	б) питомі	грн./шт.	128,29	48,3
	в) виробнича площа загальна	кв. м.	277	233
	г) кількість верстатів	шт.	6	5
	д) енергопотужність обладнання	кВт	92,5	35,5
3	Оборотні засоби, що нормуються	тис. грн.	457,02	172,05
4	Загальна чисельність працюючих	чол.	14	11
5	Річний фонд зарплати	тис. грн.	187,8432	146,3886
6	Середньомісячна зарплата:			
	а) виробничих робітників	грн.	7281,43	7412,78
	б) ІТР	грн.	7556,25	7510,83
7	Виріток на одного працюючого	грн./чол.	181795,29	191085,05
8	Випуск продукції:			
	а) на один грн. основних фондів	грн.	1392,25	3054,23
	б) на один квадратний метр площі	грн.	9188,21	9021,18
9	Завантаження верстатів	%	0,26	0,33
10	Собівартість деталі	грн.	169,68	140,14
11	Побічні витрати цеху	грн.	85120	70300
12	Рівень рентабельності виробу	%	15	15
13	Рівень рентабельності цеху	%	15,13	33,2

					<i>ДР 18-536.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		