

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет дизайну машин та захисту довкілля

Кафедра технології машинобудування

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи бакалавра

6.131.221402.ПЗ

на тему: Розробка технологічного процесу виготовлення гільзи
гідророзподілювача в дрібносерійному виробництві

за освітньою програмою: Технологія машинобудування
зі спеціальності: 131 – прикладна механіка

Виконав: студент групи: IM01-22т

	(підпис студента)	/ Максим ЛІСОГОР/ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
Керівник:	(підпис)	/зав.каф. Світлана НЕГРУБ/ (посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
Нормоконтролер:	(підпис)	/старший викладач Світлана БОНЧУК/ (посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
Консультанти:		
Аналітична частина (назва розділу)	(підпис)	/зав.каф. Світлана НЕГРУБ/ (посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
Основна частина (назва розділу)	(підпис)	/зав.каф. Світлана НЕГРУБ/ (посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
Охорона праці та захист навколишнього середовища (назва розділу)	(підпис)	/ доцент Ярослав РОМАНЬКО / (посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Засвідчую, що у цій роботі немає
запозичень з праць інших авторів
без відповідних посилань.

Студент

Дніпро – 20 26 рік

Ministry of Education and Science of Ukraine
Ukrainian State University of Science and Technologies

Faculty of Machine Design and Environmental Protection
(faculty)

Department of Mechanical Engineering Technology
(department)

Descriptive Note

to Bachelor's qualification work
(higher education degree)

6.131.221402.ПЗ

on the topic: Development of the technological process for manufacturing
a sleeve of a hydraulic distributor in small- batch production

under study program: Mechanical Engineering Technology

Speciality: 131- applied mechanics
(speciality and its code)

Done by the student of the group: IM01-22T

Maksym LISOHOR

(name, surname)

Supervisor:

/ doc. Svitlana NEHRUB /

(position, name, surname)

Normative controller :

/ senior teacher Svitlana BONCHUK /

(position, name, surname)

Consultants:

Analytic chapter

(Section title)

/ doc. Svitlana NEHRUB /

(position, name, surname)

Main chapter

(Section title)

/ doc. Svitlana NEHRUB /

(position, name, surname)

Occupational safety and
environmental protection

(Section title)

/ doc. Yaroslav ROMANKO /

(position, name, surname)

(Section title)

(position, name, surname)

Dnipro – 2026__

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: дизайну машин та захисту довкілля
Кафедра: технології машинобудування
Рівень вищої освіти: бакалавр
Освітня програма: Технологія машинобудування
Спеціальність: 131 - прикладна механіка
(шифр та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувачка кафедри технології
машинобудування

Світлана НЕГРУБ

(підпис)

(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Дата 11 квітня 2026 р.

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу бакалавра

(ступінь вищої освіти)

студенту Лісогору Максиму Яковичу

(Прізвище, Ім'я По батькові)

Тема роботи Розробка технологічного процесу виготовлення
гільзи гідророзподільювача в дрібносерійному виробництві

Керівник роботи: Негруб Світлана Леонідівна к.т.н., доцент
(Прізвище, Ім'я, По батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом від «02» березня 2026 р. №335 ст

2. Строк подання студентом роботи: 15.06. 2026 р.

3. Вихідні дані до роботи 1. Технологічний процес виготовлення деталі

2. Креслення деталі, 3. Річна програма випуску деталі – 500 шт.

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

1. Аналітична частина

2. Основна частина

3. Охорона праці та захист навколишнього середовища

4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Технологічна наладка – 1 лист А1; 2. Особливості роботи полімер-інструментом -

1 лист А1; 3. Верстатний пристрій – 1 лист А1; 4. План розташування

технологічного обладнання – 1 лист А1.

5. Електронна частина: непередбачена.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Аналітична частина	Зав. каф. Негруб С.Л.	31.03.26	
Основна частина	Зав. каф. Негруб С.Л.	15.05.26	
Охорона праці та захист			
навколишнього середовища	доцент Романько Я.В.	31.05.26	

7. Дата видачі завдання 31.03.25

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів атестаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітична частина	до 23.04.2026	
2	Основна частина	до 20.05.2026	
3	Охорона праці та захист навколишнього середовища	до 30.05.2026	
4	Оформлення пояснювальної записки	до 10.06.2026	
5	Виконання презентаційної частини роботи	до 13.06.2026	
6	Подання випускної роботи до кафедри	до 15.06.2026	
7	Захист випускної кваліфікаційної роботи	19.06.2026	

Студент _____ Максим ЛІСОГОР

Керівник роботи _____ Світлана НЕГРУБ

[illegible]

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до випускної кваліфікаційної роботи бакалавра: с.,

(Вид кваліфікаційної роботи)

рис., табл., додатки, джерел, комплект карт на _____ стор. на технологічний процес виготовлення деталі, _____ листів графічної частини.

Об'єкт розробки: технологічний процес виготовлення гільзи і видача вихідних даних для проектування механічної дільниці цеху.

Метою розробки є проектування технологічного процесу отримання тіл обертання, що включає всі стадії підготовки виробництва від заготовельної операції до готового виробу.

Проведено аналіз технологічності конструкції і отримання гільзи.

Розроблено технологічний процес одержання гільзи. Прийнято високопродуктивне обладнання, прогресивний ріжучий інструмент і оснащення. Проведено розмірний аналіз технологічного процесу. Розглянуте питання обробки внутрішнього отвору полімер-абразивним інструментом. Призначені режими обробки, проноормовані технологічні операції.

ГІЛЬЗА, ДІЛЬНИЦЯ ЦЕХУ, ЗАГОТОВКА, МЕХАНІЧНА ОБРОБКА, ПРИПУСК, РІЖУЧІЙ ІНСТРУМЕНТ, СОБІВАРТІСТЬ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС.

					6.131.221402.ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Лісагор М.Я.			АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА				Літ.	Арк.	Аркцшів
Перевір.		Незгруд С.Л.									
Реценз.		Романько Я.В.							МОНУ УДУНТ Каф. ТМ Гр.ІМ01-22т		
Н. Контр.		Бончук С.В.									
Затверд.		Незгруд С.Л.									

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	5
1.1 Техніко-економічний аналіз вихідних даних роботи	5
1.1.1 Службове призначення деталі	5
1.1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	5
1.1.3 Визначення типу виробництва.....	6
1.2 Аналіз типового технологічного процесу виготовлення гільзи	6
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА.....	12
2.1 Проектування типового технологічного процесу виготовлення деталі	12
2.1.1 Вибір методу одержання заготовки	12
2.1.2 Вибір методів обробки поверхонь	15
2.1.3 Вибір технологічних і вимірювальних баз.....	16
2.1.4 Формування маршруту виготовлення деталі	16
2.1.5 Вибір технологічного устаткування	17
2.1.6 Визначення припусків на обробку і розмірів заготовки	19
2.1.7 Розмірний аналіз і визначення операційних розмірів з допусками	25
2.1.8 Вибір пристроїв.....	30
2.1.9 Вибір різального і допоміжного інструменту	30
2.1.10 Вибір засобів технічного контролю	31
2.1.11 Проектування технологічного процесу обробки деталі.....	32
2.1.12 Визначення режимів обробки гільза.....	32
2.1.13 Технічне нормування технологічного процесу.....	33
2.1.14 Проектування наладок.....	36
2.2 Розрахунок вихідних даних для формування технічного завдання на верстатний пристрій...37	
2.2.1 Аналіз технологічних даних	37
2.2.2 Вибір принципової схеми пристосування	37
2.2.3 Вибір схеми базування деталі.....	38
2.2.4 Силовий розрахунок верстатного пристосування	38
2.2.5 Оцінка точності пристосування.	42
2.2.6 Розробка конструкції пристосування.....	44
2.3 Обробка внутрішнього отвору полімер-абразивним інструментом	44

					6.131.221402.ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.	Лісагор М.Я.				АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА			Літ.	Арк.	Аркцільб
Перевір.	Незгруд С.Л.									
Реценз.	Романько Я.В.							МОНУ УДУНТ Каф. ТМ Гр.ІМ01-22т		
Н. Контр.	Бончук С.В.									
Затверд.	Незгруд С.Л.									

2.3.1 Технологічні особливості.....	44
2.3.2 Площа контакту інструменту з поверхнею	49
2.4 Розробка даних для проектування ділянки.....	54
2.4.1 Аналіз вихідних даних для проектування ділянки цеху	54
2.4.2 Розрахунок кількості виробничого устаткування ділянки	55
2.4.3 Розрахунок кількості робочих ділянки цеху	58
2.4.4 Розрахунок виробничої площі ділянки цеху	61
2.5 Розрахунок технологічної собівартості продукції.....	63
3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	68
3.1 Загальна характеристика умов праці.....	68
3.2 Техніка безпеки та пожежна профілактика	73
3.3 Захист навколишнього середовища	77
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	79
ДОДАТКИ.....	

ВСТУП

Машинобудування – найважливіша галузь промисловості. Його продукція – машини різного призначення поставляються всіх галузях народного господарства. Технічний прогрес у машинобудуванні характеризується не тільки поліпшенням конструкцій машин, але і безперервним удосконаленням технології їх виробництва.

В даний час важливо якісно, дешево з мінімальними витратами виготовити машину, застосувавши сучасне високопродуктивне обладнання, інструмент, технологічне оснащення, засоби механізації та автоматизації виробництва. Від прийнятої технології виробництва багато в чому залежать довговічність і надійність роботи машин, що випускаються, а також економіка їх експлуатації. Покращуючи технологічність конструкції, можна збільшити випуск продукції при тих же засобах виробництва та зменшити собівартість її виготовлення.

Але не менш важливе забезпечення екологічної безпеки інноваційного розвитку. Це сьогодні найважливішим напрямком забезпечення національної безпеки. В умовах наростаючих загроз і ризиків стратегії інноваційного розвитку та механізми їх реалізації повинні бути орієнтовані на забезпечення еколого-орієнтованого інноваційного розвитку з урахуванням соціально-економічних інтересів суспільства і держави.

Мета випускної роботи – розробка ефективного технологічного процесу виготовлення деталі «гільза».

					6.131.221402.ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Лісогор М.Я.			АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА			Літ.	Арк.	Архшів
Перевір.		Незгруд С.Л.								
Реценз.		Романько Я.В.						МОНУ УДУНТ Каф. ТМ Гр.ІМ01-22т		
Н. Контр.		Бончук С.В.								
Затверд.		Незгруд С.Л.								

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Техніко-економічний аналіз вихідних даних роботи

1.1.1 Службове призначення деталі

Деталь «гільза» РД 39.016 є деталлю пари тертя блоку обмежувача тиску РД39.000СБ. Призначення деталі – відвід рідини з робочої зони при перевищенні допустимого тиску [1-2] .

1.1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

Гільза конструкційно відноситься до класу «втулка». Виготовляється з конструкційної легованої сталі 12ХН3А ТУ 14-1-950-86 [3] (щільність 7850 кг/м³). Враховуючи умови роботи, річну програму випуску і конфігурацію деталі, вважаємо, що її матеріал вибраний правильно.

Шорсткість поверхонь відповідає точності обробки. Спростити конструкцію деталі без збитку службовому призначенню неможливо. Як технологічні бази доцільно використовувати циліндрову поверхню й торці деталі. Не всі поверхні деталі обробляти задовільно, деякі поверхні розташовані під кутом, що погіршує їх обробку і базування деталі.

Внесені наступні зміни:

- класи точності переведені в квалітети точності з відповідними посадками.

Основні вимоги, що пред'являються до деталі:

- відхилення від биття Ø19,3; Ø25,3; 22; Ø23; 5,5– не більше 0,05 мм;
- шорсткість основних робочих поверхонь – Ra 1,25 мкм і Ra 0,16 мкм;
- мікротріщини не допускаються.

Нетехнологічним є конус Ø12_{0,006} мм. Його виготовлення ускладнене малим діаметром і відхиленням від биття 0,005 мм, що може привести до відхилення осі отвору або поломки інструменту. В цілому деталь технологічна.

					6.131.221402.ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Лісогор М.Я.			АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА			Літ.	Арк.	Архшів
Перевір.		Незгруд С.Л.								
Реценз.		Романько Я.В.						МОНУ УДУНТ Каф. ТМ Гр.ІМ01-22т		
Н. Контр.		Бончук С.В.								
Затверд.		Незгруд С.Л.								

1.1.3 Визначення типу виробництва

Один із початкових даних при проектуванні технологічних процесів передбачено для якого типу виробництва повинен бути розроблений технологічний процес механічної обробки деталі, в залежності від програми річного випуску деталей та маси деталі M_d . Тип виробництва характеризується коефіцієнтом серійності.

Згідно початкових даних технологічний процес повинен бути розроблений для умов дрібносерійного виробництва у кількості 500 шт.

Серійне виробництво – тип виробництва, коли деталі виготовляються партіями. Партії складають із однотипних за конструкцією деталей, в яких форма та розміри не дуже відрізняються один від одного. Партія деталей виготовляється у виробництві одночасно. Технологічний процес може бути з маршрутно-операційним описом (маршрутно-операційний технологічний процес) на окремих операційних картах. Верстати можуть бути застосовані самі різні типи: універсальні та спеціальні. Широко поширюється автоматизація технологічних операцій на верстатах. Обладнання розташовується в цеху за ходом технологічного процесу. Після закінчення обробки однієї деталі верстати переналагоджуються на обробку іншої партії.

Ріжучий та вимірювальний інструменти застосовуються як універсальні, так і спеціальні. В серійному виробництві крім універсальних пристосувань приймаються (УСП) універсально-складальні пристосування та спеціальні пристосування. Заготовки, приближені до форми та розмірів готової деталі і мають нормативні припуски. Визначаємо оптимальну кількість заготовок у партії для одночасного запуску у виробництво:

$$n = \frac{N \cdot f}{\Phi_d}, \quad (1.1)$$

де f – кількість днів запасу, дн.;

Φ_d – кількість робочих днів року, дн.

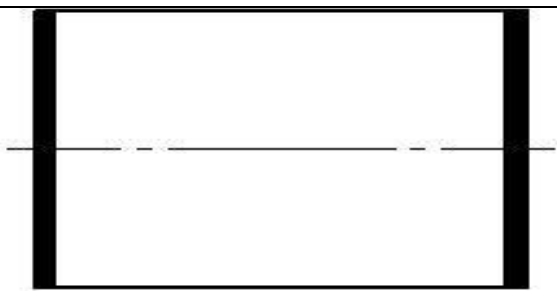
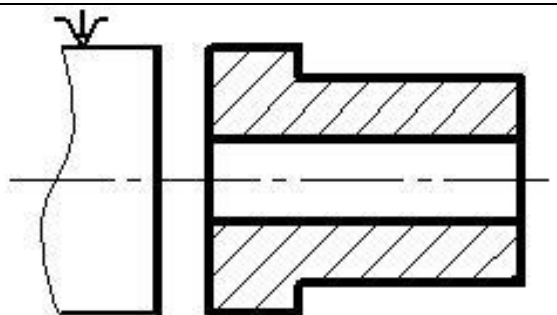
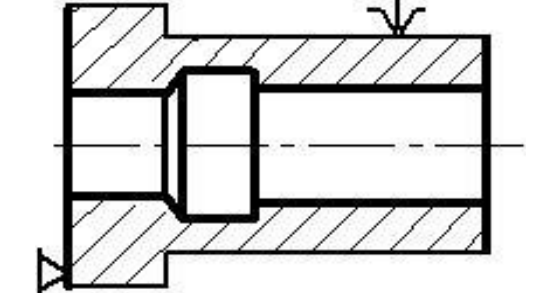
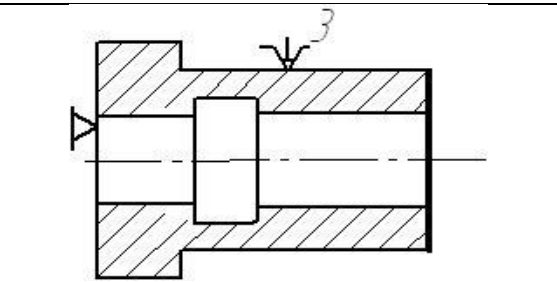
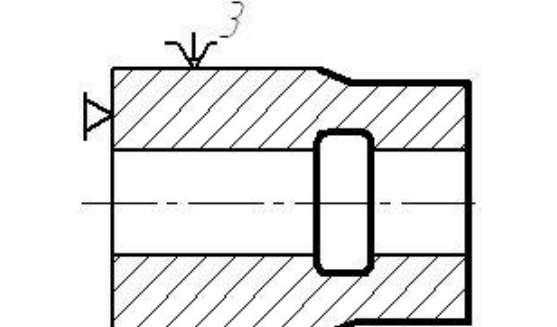
$$n = \frac{500 \cdot 5}{251} = 10 \text{ шт.}$$

Розмір операційної партії повинен бути кратним річному обсягу виробництва, тому приймаємо $n = 10$ шт.

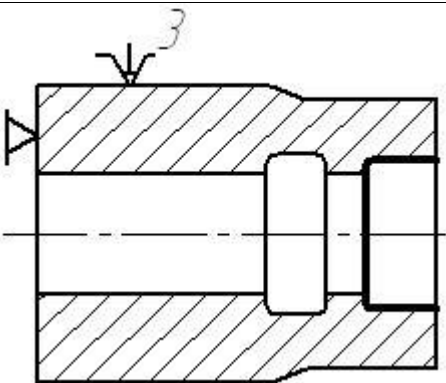
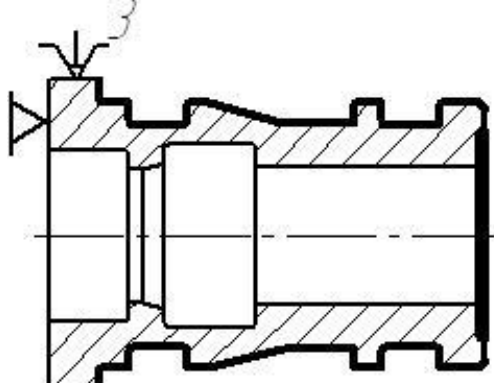
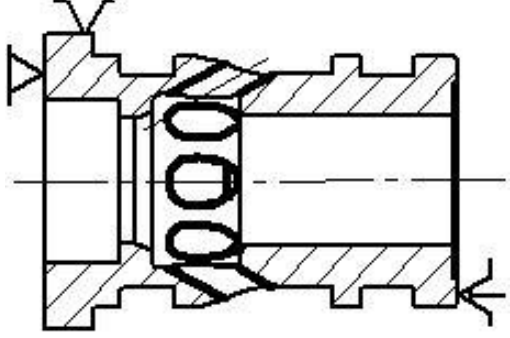
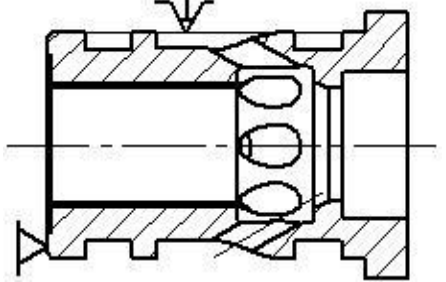
1.2 Аналіз типового технологічного процесу виготовлення гільзи

Інформацію про маршрут обробки після вивчення базового технологічного процесу виготовлення заданої деталі Гільза заносимо до таблиці 1.1.

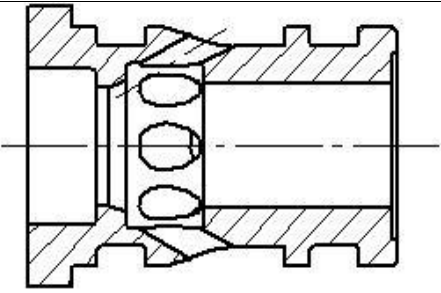
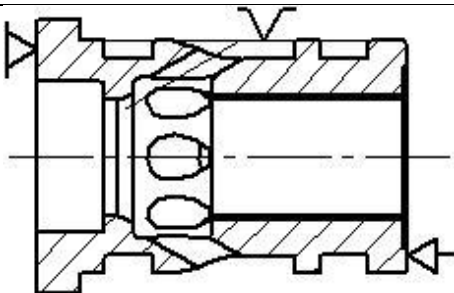
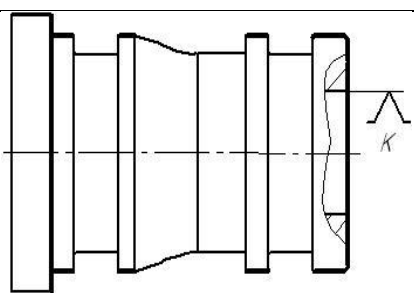
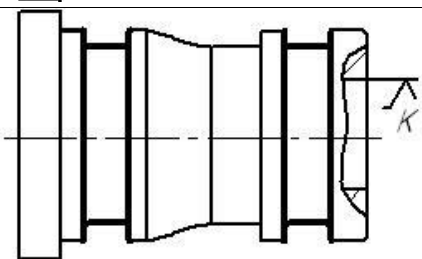
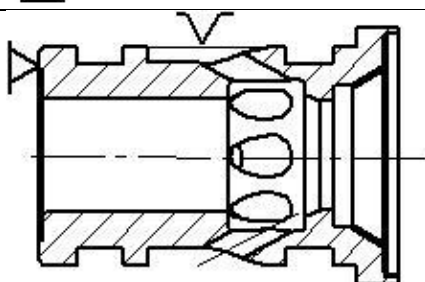
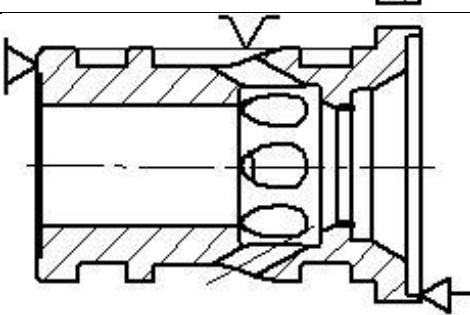
Таблиця 1.1 – Заводський маршрут обробки деталі «Гільза»

опер.	Назва операції	Схема установки заготовки на верстаті	Назва і модель верстата
005	Заготівельна		Абразивно-відрізний 8В220
010	Транспортна		Електрокар
015	Токарно-револьверна		Револьверний BRT36
020	Токарна		Токарний 16К20
023	Промивка		Ванна
025	Транспортна		
030	Термообробка		
035	Транспортна		
040	Токарна		Токарний 16К20
045	Токарна		Токарний 16К20

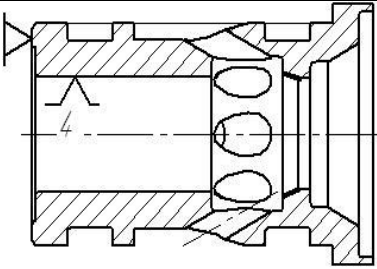
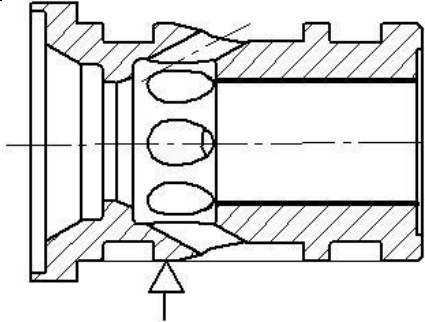
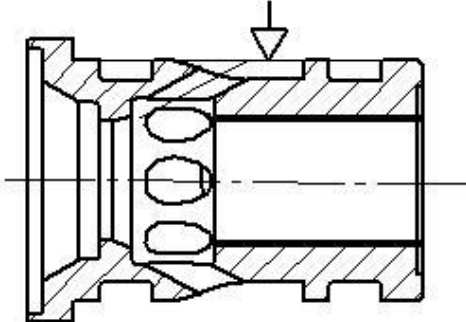
Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4
050	Токарна		Токарний 16K20
055	Токарна		Токарний 16K20
060	Свердлильна		Настільно-свердильний 2Н106П
065	Зачистка		Верстак
070	Промивка		Промивна ванна
075	Здавальна		Верстак
080	Контрольна		Контрольний
085	Транспортувальна		Електрокар
090	Термообробка		Піч
095	Транспортувальна		Електрокар
100	Шліфувальна		Внутрішньошліфувальний Si-50

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4
105	Старіння		Ванна
110	Слюсарна		Мотоустановка
115	Доводочна		Доводочна бабка
120	Промивка		Ванна
125	Шліфувальна		Круглошліфувальний К-130
130	Шліфувальна		Круглошліфувальний К-130
135	Токарна		Токарний 16К20
140	Токарна		Токарний ТВ-125

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4
145	Шліфувальна		Внутрішньо шліфувальний Si-50
150	Старіння		Ванна
155	Промивка		Ванна
160	Здавальна		Верстак
165	Контрольна		Контрольний стіл
170	Покриття		Ванна
175	Доводочна		Доводочна бабка
180	Промивка		Ванна
185	Доводочна		Доводочна бабка
190	Розмагнічування		Установка РУ-2
195	Промивка		Ванна
200	Здавальна		Верстак
205	Контрольна		Контрольний стіл

Базовий технологічний процес має ряд недоліків:

- склад і кількість операцій не відповідають вибраному типу виробництва;
- велика кількість переустановів призводить до зниження точності розмірів;
- на деяких операціях використовується застаріле устаткування,
- низька концентрація операцій.

Базовий технологічний процес, виготовлення гільзи, по своїй структурі відповідає одиничному виробництву. З операційного технологічного процесу видно, що заготовка – прокат, порізаний на мірні шматки. Коефіцієнт використання матеріалу

складає - 0,25. Програма випуску деталей складає - 500 шт./рік і тому послідовність виконання операцій цілком закономірна і відповідає програмі випуску деталей. Для досягнення точності деталі, що виготовляється, використовується принцип постійності і єдності баз. Хороша шорсткість, точність розмірів і їх взаємного розташування відповідальних поверхонь, досягається на фінішних операціях. При виготовленні гільзи застосовуються універсальні пристосування; устаткування; інструмент.

Постанова задач:

Базовий технологічний процес пропонується вдосконалити за рахунок зменшення кількості операцій через підвищення концентрації операцій, зменшення кількості необхідного устаткування за рахунок використання токарного обробляючого центру Mazak integrex-200-IV-S, а також використання технології шліфування еластичним полімер-абразивним інструментом.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Проектування типового технологічного процесу виготовлення деталі

2.1.1 Вибір методу одержання заготовки

Відповідно до вимог креслення і в результаті аналізу конструкції деталі приходимо до висновку, що заготовка може бути отримана з гарячекатаного прутка, що заздалегідь розрізається на мірні шматки відповідно до довжини. Крім того, заготовка гільзи може бути отримана, наприклад, у вигляді поковки циліндричної форми без ступенів, але з більш жорсткими припущками. Вибір найбільш раціонального способу здобуття заготовки визначається з врахуванням техніко-економічної доцільності. Проте із збільшенням обсягу випуску особливого значення набуває ефективність використання металу і скорочення трудомісткості механічної обробки. Проведемо порівняння коефіцієнтів використання металу для обох методів:

Маса готової деталі складає 0,06 кг.

Маса заготовки - поковка Ø45 складає 0,238 кг.

Маса заготовки – прутка Ø35 складає 0,198 кг.

З порівняння величин K_{BT1} і K_{BT2} випливає, що в умовах дрібносерійного виробництва більш раціональний, але при дрібносерійному виробництві більш доцільно ви-користати перший спосіб – цей спосіб менш витратний, його й приймаємо.

$$K_{BT1} = m_{дет} / m_{заг} \quad (2.1)$$

де $m_{дет}$ – маса деталі, кг;

$m_{заг}$ – маса заготовки, кг.

- для заготовки із поковки

$$K_{BT1} = 0,06 / 0,238 = 0,25;$$

- для заготовки із прутка

$$K_{BT2} = 0,06 / 0,198 = 0,3.$$

З порівняння K_{BT} першого і другого варіанту робимо висновок, що другий спосіб отримання заготовки раціональніше, його й приймаємо.

Вартість заготовки по кожному варіанту [2]:

					6.131.221402.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Лисогор М.Я.			ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	Літ.	Арк.
Перевір.		Незгруд С.Л.					
Реценз.		Романько Я.В.				МОНУ УДУНТ Каф. ТМ Гр.ІМ01-22т	
Н. Контр.		Бончук С.В.					
Затверд.		Незгруд С.Л.					

$$M = Q_3 S_k K_T - q S_{отх}, \text{ грн.}, \quad (2.2)$$

де S_k – оптова ціна за 1 кг матеріалу за прейскурантом, грн.;

K_T – коефіцієнт, який враховує транспортно-заготовчі витрати,

q – маса відходів, яка реалізується, кг;

$S_{отх}$ – ціна за 1 кг відходів, грн.

Вартість 1 кг прокату 12ХН3А – 72 грн./кг [4], поковки – 100 грн./кг [5], а ціна 1 кг. відходів – 9,0 грн. [5]

$$M_{поковка} = 0,238 \cdot 100 \cdot 1,05 - 0,174 \cdot 9,0 = 23,42 \text{ грн.}$$

$$M_{прокат} = 0,198 \cdot 72 \cdot 1,05 - 0,138 \cdot 9,0 = 13,73 \text{ грн.}$$

Різниця між вартістю вибраних заготовок [4]:

$$A = M_1 - M_2, \text{ грн.}, \quad (2.3)$$

де M_1, M_2 – вартість заготовок по варіантах, що порівнюються, грн.

$$A = 23,42 - 13,73 = 9,69 \text{ грн.}$$

З двох методів отримання заготовки вибір роблять виходячи з умов забезпечення максимальної продуктивності праці і мінімальній собівартості заготовки.

Річна економія матеріалу ЕМ по порівнюваним варіантів визначають за формулою [2]:

$$\mathcal{E}_M = \frac{G_d (K_1 - K_2)}{K_1 K_2} N, \text{ кг}, \quad (2.4)$$

де G_d – маса деталі, кг;

K_1 і K_2 – коефіцієнти вагової точності (K_{BT});

N – річна програма випуску деталей, шт.

$$\mathcal{E}_M = \frac{0,06(0,3-0,25)}{0,3 \cdot 0,25} \cdot 500 = 20 \text{ кг}$$

Річна економія по вартості заготовок визначається за формулою [2]:

$$\mathcal{E}_{С.з.} = A \cdot N, \text{ грн.}, \quad (2.5)$$

де A – різниця між вартістю вибраних заготовок, грн.

					6.131.221402.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Xi_{\text{с.з.}} = 9,69 \cdot 500 = 4845, \text{ грн.}$$

Повна річна економія від впровадження прогресивних заготовок з урахуванням скорочення витрат на механічну обробку визначається за формулою [2]:

$$\Xi = \Xi_{\text{с.з.}} + (Z_1 - Z_2) \left(1 + \frac{H}{100}\right) N, \text{ грн.}, \quad (2.6)$$

де Z_1 і Z_2 – основна заробітна плата виробничих робітників за двома варіантами на тих операціях механічної обробки, де відіб'ється величина припуску на обробку, грн.;

H – цехові накладні витрати (приймати 200 – 300 %).

Основна заробітна плата виробничих робітників за виконання однієї операції $Z_{\text{оп}}$ визначається за формулою [2]:

$$Z_{\text{оп}} = S_M \cdot T_{\text{шт.}}, \text{ грн.}, \quad (2.7)$$

де S_M – хвилинна заробітна платня для даного розряду роботи, грн.;

$T_{\text{шт.}}$ – штучний час, хв.

Хвилинна заробітна платня визначається за формулою [2]:

$$S_M = S \cdot k, \text{ грн.}, \quad (2.8)$$

де S – годинна ставка, яка залежить від розряду роботи, грн.;

k – тарифний коефіцієнт даного розряду роботи.

$$S_M = 0,709 \cdot 16 = 11,344, \text{ грн.},$$

Сумарна заробітна платня по всіх операціях [2]:

$$Z = \sum_{i=1}^n S_M T_{\text{шт.}}, \text{ грн.}, \quad (2.9)$$

де n – число операцій технологічного процесу.

$$Z_{\text{оп1}} = 11,344 \cdot 32 = 363,0, \text{ грн.}, \quad Z_{\text{оп2}} = 11,344 \cdot 37 = 419,73, \text{ грн.}$$

Повна річна економія від впровадження прогресивних заготовок з урахуванням скорочення витрат на механічну обробку визначається за формулою 2.6:

					6.131.221402.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Xi = 4845 + (363,0 + 419,73) \left(1 + \frac{300}{100}\right) \cdot 500 = 1570,31, \text{ тис. грн.},$$

Таким чином, з точки зору витрат на матеріали для деталі «гільза» метод отримання заготовки з прокату Ø35 мм [2] є найбільш доцільним.

2.1.2 Вибір методів обробки поверхонь

Методи обробки, які використовують залежать від вимог які висувають до поверхонь деталі, точності, шорсткості і т.п. Забезпечити виконання цих вимог можливо різними методами. При цьому слід враховувати габаритні розміри, точність і якість заготовки, властивості матеріалу, наявність обладнання, собівартість обробки та інші фактори. Так для точної заготовки необхідна менша кількість технологічних переходів за рахунок зменшення чорнової обробки. При виборі методів обробки поверхонь виходять з того, що кожний наступний метод повинен бути точніше попереднього, а їх кількість – мінімальна. Для обробки поверхонь гільзи вибираємо методи обробки поверхонь і підсумки заносимо до таблиці 2.1.

Таблиця 2. 1 – План обробки основних поверхонь деталі

Поверхня деталі	Креслярські вимоги до поверхні		Параметри поверхні після обробки		
	точність	шорсткість	технологічні переходи	точність	шорсткість
1	2	3	4	5	6
Ø12Н8	Ø12 ^{0,027}	Ra0,16	Свердлить Розточування чорнове чистове Шліфування попереднє Шліфування остаточне Полірування	H12 H12 H11 H9 H8	Ra12,5 Ra12,5 Ra3,2 Ra1,0 Ra0,32 Ra0,16
4,5Н7	4,5 _{-0,12}	Ra2,5	Заготовка Розточування попереднє Розточування чистове Шліфування попереднє Шліфування остаточне	H12 H11 H10 H9 H7	Ra80 Ra10 Ra3,2 Ra2,5 Ra2,5
Ø11,5Н11	Ø11,5 ^{0,11}	Ra2,5	Заготовка Розточування попереднє Розточування чисте	H12 H11 H11	Ra80 Ra10 Ra2,5

					6.131.2214.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6
5H7	$5^{0,012}$	$R_{a1,25}$	Заготовка Розточування попереднє Розточування чисте Шліфування попереднє Шліфування остаточне	H12 H11 H10 H9 H7	R_{a80} R_{a10} $R_{a3,2}$ $R_{a1,25}$ $R_{a1,25}$
$\varnothing 23f6$	$\varnothing 23^{0,02}_{-0,033}$	$R_{a1,25}$	Заготовка Розточування попереднє Розточування чисте Шліфування попереднє Шліфування остаточне	h12 h11 h10 h9 f6	R_{a80} R_{a10} $R_{a3,2}$ $R_{a1,25}$ $R_{a1,25}$

2.1.3 Вибір технологічних і вимірювальних баз

На основі аналізу технічних вимог до деталі і умов її експлуатації виявляємо технологічні бази для усіх пропонованих операцій її обробки.

1. точіння циліндрової поверхні) приймаємо зовнішню циліндрову поверхню і торець, оскільки дана технологічна база збігається з конструкторською і вимірювальною, і відносно її задані технічні вимоги;
2. на подальших операціях (деякі токарні, доведення) як технологічні бази використовуються отримані на попередній операції торці, зовнішні циліндрові поверхні оброблюваної деталі;
3. на шліфувальних операціях як технологічні бази використовуються зовнішні циліндрові поверхні і торці деталі, а також внутрішні циліндрові поверхні.

2.1.4 Формування маршруту виготовлення деталі

Маршрут обробки деталі "гільза" представлений у вигляді таблиці 2.2.

Таблиця 2. 2 – Маршрут обробки деталі

№ п/п	Назва операції	Зміст операції	Спосіб установки на верстаті	Технологічні бази
1	2	3	4	5
1	Заготовча	Отримання заготовки валу		
2	Токарна з ЧПК	Попередня обробка ступенів гільзи і свердління отвору, Остаточна обробка ступенів гільзи, відрізати.	3-х кулачковий патрон	Торець, $\varnothing 30h12$
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

6.131.221402.ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5
3	Промивка			
4	Термообробка	Термічна обробка гільзи		
5	Токарна з ЧПК	Попередня і остаточна обробка ($\varnothing 27h10$ і $38h11$), обробка внутрішніх поверхонь ($16h12$ і $15h12$)	3-х кулачковий патрон	Торець, $\varnothing 29h11$
6	Свердлильна	Свердлити 8 отворів $\varnothing 4,5$	Кондуктор	Торець, $\varnothing 27h10$
7	Термообробка	Термічна обробка гільзи		
8	Шліфувальна	Попередньо шліфувати $\varnothing 11,95$	3-х кулачковий патрон	Торець, $\varnothing 23,4$
9	Термообробка			
10	Шліфувальна	Остаточно шліфувати $\varnothing 12H7$	3-х кулачковий патрон	Торець, $\varnothing 23,4$
11	Шліфувальна	Попереднє і остаточно шліфувати контур гільзи	оправка	Торець, $\varnothing 12H7$
12	Токарна з ЧПК	Остаточна обробка конуса гільзи і $\varnothing 11,5^{0,12}$	3-х кулачковий патрон	Торець, $\varnothing 23f6$
13	Шліфувальна	Попереднє шліфувати конуса	оправка	Торець, $\varnothing 12H7$
14	Термообробка			
15	Шліфувальна	Доводка $\varnothing 12H7$ Ra0.16 і конуса гільзи $\varnothing 12-0,006$	оправка	Торець, $\varnothing 23f6$

2.1.5 Вибір технологічного устаткування

Для дрібносерійного виробництва характерне застосування верстатів широкого і загального призначення, а також верстати з ПУ. При підборі обладнання орієнтуємося на відповідність основних розмірів робочих органів верстата, габаритами оброблюваної заготовки і досягнення необхідної точності, а також на застосування мінімальної кількості різних моделей верстатів [6]. Прийняте устаткування повинне забезпечувати задану точність і якість оброблюваних поверхонь при максимальній продуктивності праці.

Абразивно-відрізний верстат 8B220 [6]

Технічні характеристики:

Верстат моделі 8B220 призначений для розрізування дисковими пилами чорних металів в заготовчих цехах машинобудівних підприємств.

Клас точності Н

Максимальний діаметр заготовки, мм 25

Максимальна довжина заготовки, мм 250

Потужність головного привода, кВт 4

Габарити розміри верстата, мм

Довжина, ширина, висота 935x500x630

					6.131.2214.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вага верстата, кг 180

Вертикально-свердильний верстат 2A150

Технічні характеристики:

Верстат моделі 2A150 призначений для виконання: свердлення, зенкерування, розсвердлення, розгортання, нарізання різі мітчиками, легкого прямолінійного фрезерування.

Клас точності станка по ГОСТ – Н

Найбільший діаметр деталі, яка обробляється, мм – 40

Найбільший модуль зубчатих коліс, які обробляються – 450

Найбільша ширина зубчатого венця, мм 500

Межі частот обертання шпинделя, min/max, об/хв - 45 /2000

Потужність головного привода, кВт – 3

Габарити розміри верстата, мм:

довжина, ширина, висота, мм - 1200 x 800 x 2500

Маса верстата з винесеним обладнанням, кг - 1 700

Напівавтомат внутрішньошліфувальний універсальний високої точності 3K225B

Технічні характеристики:

Верстат моделі 3K225B призначений для виконання обробки отворів і торців в деталях типу втулок, зубчатих коліс, фланців, шківів інструментальних конусів, шпинделів. Використаний набір високошвидкісних пневмошпинделів і електрошпинделів.

Клас точності: В

Найбільший діаметр отвору, який обробляється мм 25

Найбільша довжина деталі, яка обробляється, мм 50

Min частота обертання шпинделя об/хв: 20000

Max частота обертання шпинделя, об/хв: 90000

Потужність, кВт: 0,76

Розміри (Д_Ш_В), мм: 2225_1775_1530

Маса верстата з винесеним обладнанні, кг: 2800

Напівавтомат круглошліфувальний врізний 3M153

Технічні характеристики:

Верстат моделі 3M153 призначені для зовнішнього шліфування циліндрових і конічних поверхонь деталей при установці їх в центрах, що не обертаються. Торцеві поверхні обробляються лівим торцем круга з використанням ручної подачі стола. Застосовується в умовах серійного й крупносерійного виробництва

Клас точності: П

Найбільший діаметр деталі, що обробляються мм 140

Найбільша довжина деталі, що обробляються , мм 500

					6.131.221402.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мах частота обертання шпинделя, об/хв: 1900

Потужність, кВт: 5,5

Розміри (Д_Ш_В), мм: 2150_1500_1950

Маса верстата з винесеним обладнанням, кг: 4000

Токарна обробка здійснюється на верстаті моделі MAZAK Integrex – 200

IV-S. Всі верстати цієї серії з верхньою револьверною головкою, яка дає можливість здійснювати одночасну обробку по 4 осям і задовольняє різноманітним технологічним вимогам.

Технічні характеристики:

Розмір патрона	8-дюймовий
Макс. діаметр заготовки, яка встановлюється над станиною	660 мм
Максимальна довжина, яка обробляється	995 мм
Подача по осі	580/160/1045 мм
Головний шпиндель (при 30хв. циклі)	5000 об/хв,
Потужність	22кВт
Другий шпиндель (при 30хв. циклі)	5000 об/хв
Потужність	18,5кВт
Фрезерний шпиндель (20% ED)	12000 об/хв
Потужність	5,5кВт
Кількість інструмента на револьверній голівці	20
Площа	3820x2348 мм

2.1.6 Визначення припусків на обробку і розмірів заготовки

Розрахунково-аналітичним методом [7,8] визначаємо припуски на найточнішу поверхню гільзи - $\varnothing 12_{-0,027}$ мм. Маршрут обробки даної поверхні включає наступні операції:

- свердлильна (h12, Ra12,5 мкм);
- точіння чистове (h10, Ra3,2 мкм);
- шліфування попереднє (h9, Ra1,0 мкм);
- шліфування остаточне (h9, Ra0,32 мкм);
- доведення (Ra 0,16 мкм).

Граничні відхилення проміжних розмірів на перших трьох переходах приймаємо з тіла деталі по [7,8], як для отвору, тобто $ei_1=ei_2=ei_3=0$; $es_1=0,18\text{мм}$, $es_2=0,07\text{мм}$, $es_3=0,043\text{мм}$, $es_4=0,027\text{мм}$.

Граничні відхилення заготовки згідно ГОСТ 2590-88 [9]: $es_{\text{заг.}}=+0,4\text{мм}$, $ei_{\text{заг.}}=-0,7\text{мм}$.

					6.131.2214.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок мінімальних припусків по формулі [5]:

$$2Z_{i\min} = 2 \left[(Rz + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma(i-1)}^2 + \varepsilon_i^2} \right], \quad (2.11)$$

де $R_{Z(i-1)}$ – висота нерівностей профілю на попередній операції;

h_{i-1} – глибина дефектного поверхневого шару на попередній операції;

$\Delta_{\Sigma(i-1)}$ – сумарне відхилення розташування і форми поверхні на попередній операції;

ε_i – похибка встановлення заготовки на виконуваний операції.

Сумарне значення просторових відхилень для заготовки даного типу при закріпленні в трикулачковому патроні визначається за формулою [7,8]:

$$\Delta_{\Sigma} = l \cdot \Delta_k / \Delta_k^2 + 0,25, \text{ мкм}, \quad (2.12)$$

де Δ_k – питома кривизна заготовок, $\Delta_k = 1 \text{ мкм} / \text{мм}$ [5,6];

l – довжина заготовки, мм.

$$\Delta_{\Sigma} = 38 \cdot 1 / 1 + 0,25 = 38,25 \text{ мкм}.$$

Залишкова величина просторових відхилень після свердління і чорновому то-чінні [7,8]:

$$\Delta_1 = \Delta_{\Sigma} \cdot 0,06; \quad (2.13)$$

$$\Delta_1 = 0,06 \cdot 38,25 \approx 2,5 \text{ мкм}.$$

Залишкова величина просторових відхилень після чистової обробки дорівнює:

$$\Delta_2 = \Delta_1 \cdot 0,04; \quad (2.14)$$

$$\Delta_2 = 38,25 \cdot 0,04 \approx 1,53 \text{ мкм}.$$

Похибка установки при закріпленні прутка з гарячекатанного прокату в трикулачковому патроні [5,6]:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}, \quad (2.15)$$

					6.131.221402.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де ε_6 – похибка базування, $\varepsilon_6 = 0$, оскільки дотримується правило єдності баз;

ε_3 – похибка закріплення;

Похибка закріплення дорівнює [7,8]:

$$\varepsilon_3 = \sqrt{\varepsilon_{\text{рад}}^2 + \varepsilon_{\text{ос}}^2}, \quad (2.16)$$

де $\varepsilon_{\text{рад}}$ - радіальна складова похибки закріплення;

$\varepsilon_{\text{ос}}$ - осьова складова похибки закріплення.

По [7,8] знаходимо $\varepsilon_{\text{рад}}=220$ мкм, $\varepsilon_{\text{ос}}=150$ мкм.

Тоді похибка установки дорівнює:

$$\varepsilon_1 = \sqrt{220^2 + 150^2} = 267 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_2 = \sqrt{50^2 + 30^2} = 58,31 \text{ мкм.}$$

При доводочних і шліфувальних операціях використовується спеціально спроектований пневмопатрон.

Похибка установки: $\varepsilon_2 = 14$ мкм.

Похибка установки в центрах при шліфуванні дорівнює нулю.

Граничні відхилення проміжних розмірів на перших трьох переходах приймаємо з тіла деталі по [5,6], як для отвору, тобто $ei_1=ei_2=ei_3=0$; $es_1=0,18$ мм, $es_2=0,07$ мм, $es_3=0,043$ мм, $es_4=0,027$ мм.

Граничні відхилення заготовки згідно ГОСТ 2590-88 [5,6]: $es_{\text{заг.}}=+0,4$ мм, $ei_{\text{заг.}}=-0,7$ мм.

Розрахунок мінімальних значень припусків вироблюваний, користуючись основною формулою [7,8]:

$$2Z_{i \min} = 2[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma(i-1)}^2 + \varepsilon_i^2}], \quad (2.17)$$

де R_{zi-1} – висота нерівностей профілю на попередньому переході (операції);

h_{i-1} - глибина дефектного поверхневого шару на попередньому переході (операції);

$\Delta_{\Sigma i-1}$ – сумарне відхилення розташування і форми поверхні на попередньому переході (операції);

ε_i – похибка установки заготовки на виконуваному переході.

					6.131.221402.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мінімальний припуск під доведення [7,8]:

$$2Z_{i \min} = 2 R_{z \ i-1}, \quad (2.18)$$

де $R_{z \ i-1}$ – висота нерівностей профілю на попередньому переході (операції).

Мінімальний припуск:

- під доведення

$$2Z_{5 \min} = 2 \cdot 1,28 = 3 \text{ мкм};$$

- під шліфування остаточне

$$2Z_{4 \min} = 2 (4 + 0 + \sqrt{0 + 14^2}) = 36 \text{ мкм};$$

- під шліфування попереднє

$$2Z_{3 \min} = 2 (12,8 + 0 + \sqrt{0 + 14^2}) = 55 \text{ мкм};$$

- під чистове точіння

$$2Z_{2 \min} = 2 (50 + 0 + \sqrt{1,53^2 + 58,31^2}) = 220 \text{ мкм};$$

- при свердлінні

$$2Z_{1 \min} = 2 (80 + 300 + \sqrt{2,5^2 + 267^2}) = 1300 \text{ мкм}.$$

Значення номінальних припусків на всіх операціях (переходах) окрім першої дорівнюють значенням мінімальних припусків при розрахунку припусків по методу Кована. Розрахунок максимальних значень припусків робимо, користуючись формулою [7,8]:

$$2Z_{I \max} = 2Z_{I \min} + T_{d(i-1)} + T_{di}, \quad (2.19)$$

де $T_{d(i-1)}$ – допуск розміру на попередньому переході (операції);

T_{di} – допуск розміру на поточному переході (операції).

Максимальний припуск:

- під свердління

					6.131.221402.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Будуємо схему розташування допусків і припусків при обробці поверхні $\varnothing 20_{-0,072}^{-0,020}$ мм рис. 2.1.

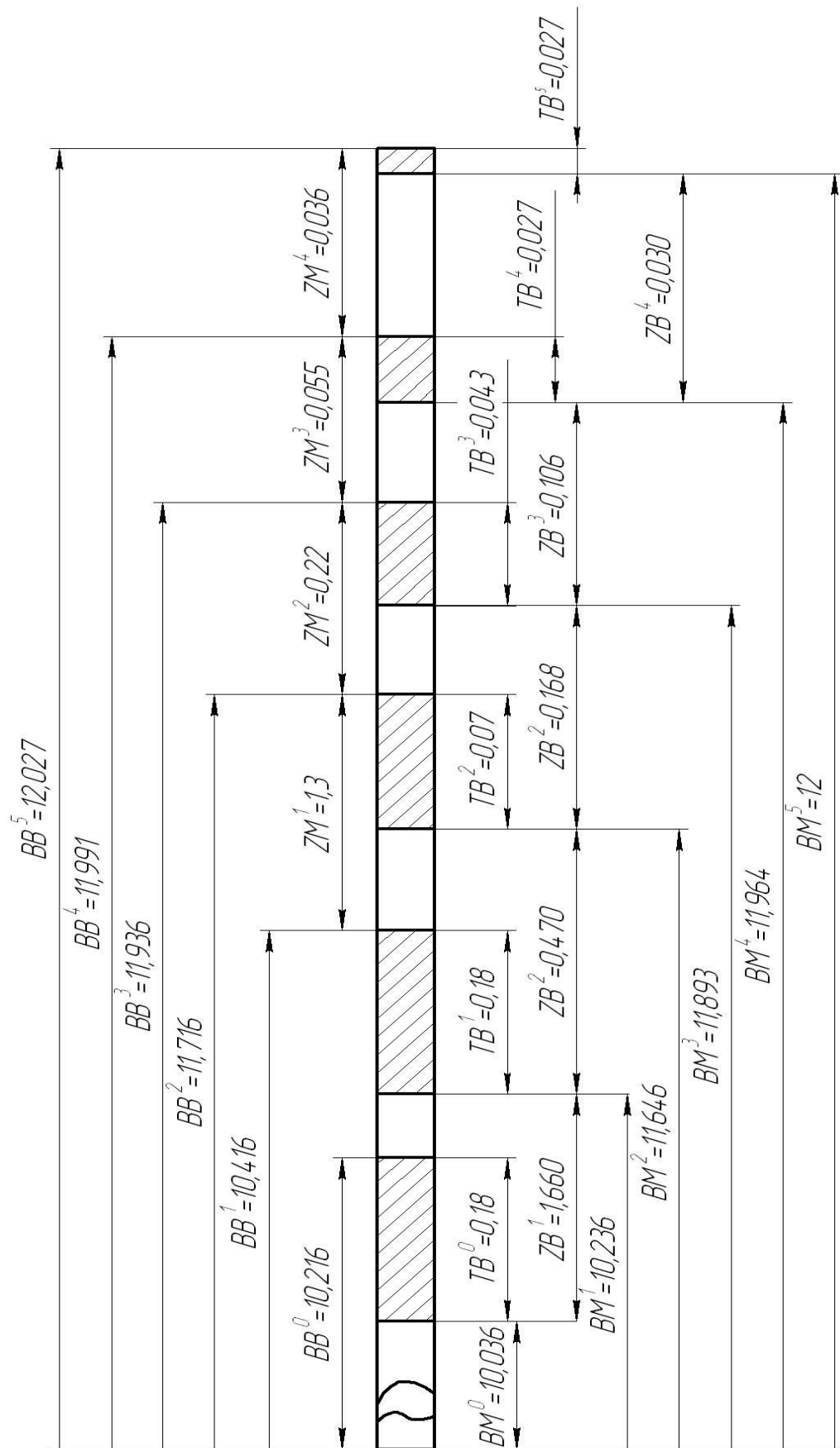


Рисунок 2.1 - Схема розрахунку операційних припусків

					6.131.2214.02.ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Таблиця 2.4 - Припуски та граничні розміри по операціям дослідно-статистичним методом.

Поверхня	План обробки (переходи)	Допуск Т, мм	Припуск h, мм	Операційні розміри, мм
1	2	3	4	5
Ø12H8	Свердлить Н12	0,18	5	Ø10 ^{0,18}
	Розточування			Ø11,7 ^{0,18}
	чорнове Н12	0,18	0,47	
	чистове Н11	0,11	0,168	Ø11,86 ^{0,11}
	Шліфування			
	попереднє Н9	0,043	0,106	Ø11,97 ^{0,043}
	Шліфування			
Ø4,5H7	напівчисте Н8	0,027	0,025	Ø11,95 ^{0,027}
	Шліфування Н8	0,027	0,005	Ø12 ^{0,027}
Ø11,5H11	Заготовка			
	Свердління Н7	0,012	2,5	4,5 _{-0,012}
	Свердлити Н12	0,18	5	Ø10 ^{0,18}
5H7	Розточування попереднє Н11	0,18	0,6	Ø11,23 ^{0,18}
	Розточування чистове Н11	0,11	0,14	Ø11,5 ^{0,11}
Ø23f6	Заготовка Н12			
	Точіння Н9	0,050	1,8	3,6 _{-0,05}
	Шліфування Н7	0,012	0,7	5 ^{0,012}
Ø23f6	Заготовка h12			Ø30
	Точіння h10	0,084	6	Ø24 ⁰ _{-0,084}
	Шліфування остаточне f6	0,053	1,0	Ø23 ^{0,02} _{-0,033}

2.1.7 Розмірний аналіз і визначення операційних розмірів з допусками

Головне завдання розмірного аналізу технологічного процесу – правильне і обґрунтоване визначення проміжних і остаточних розмірів і допусків на них для оброблюваної деталі. Розмірну схему технологічного процесу складають і оформлюють наступним чином [10].

2.1.7.1 Креслення деталі, індексація поверхонь і розмірів. Розмірний аналіз проводимо на поверхні, отримані токарної обробки. Проводимо індексацію поверхонь, проставляємо конструкторські і технологічні розміри (рис. 2.2).

2.1.7.2 Креслення графу, його аналіз і виявлення технологічних розмірних ланцюгів. Виявлення розмірних ланцюгів може здійснюватися кількома способами – з розмірної схеми технологічного процесу та за допомогою графів.

Виявлення розмірних ланцюгів з розмірної схеми технологічного процесу в ряді випадків може виявитися дуже трудомісткою задачею, так як технологічні розмірні ланцюги часто є пов'язаними розмірними ланцюгами. Труднощі виявлення те-

					6.131.2214.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

хнологічних розмірних ланцюгів з розмірної схеми пояснюються тим, що вони виступають на схемах не явно, а в прихованому вигляді. Виявлення технологічних розмірних ланцюгів можна значно спростити і полегшити, використовуючи для цього теорію графів. Граф комплексу розмірів наведений на рис.2.3.

2.1.7.3 Викреслювання та розрахунок розмірних ланцюгів. В ній ребро вихідного контуру є замикаючою ланкою, а ребра похідного дерева – складовими ланками.

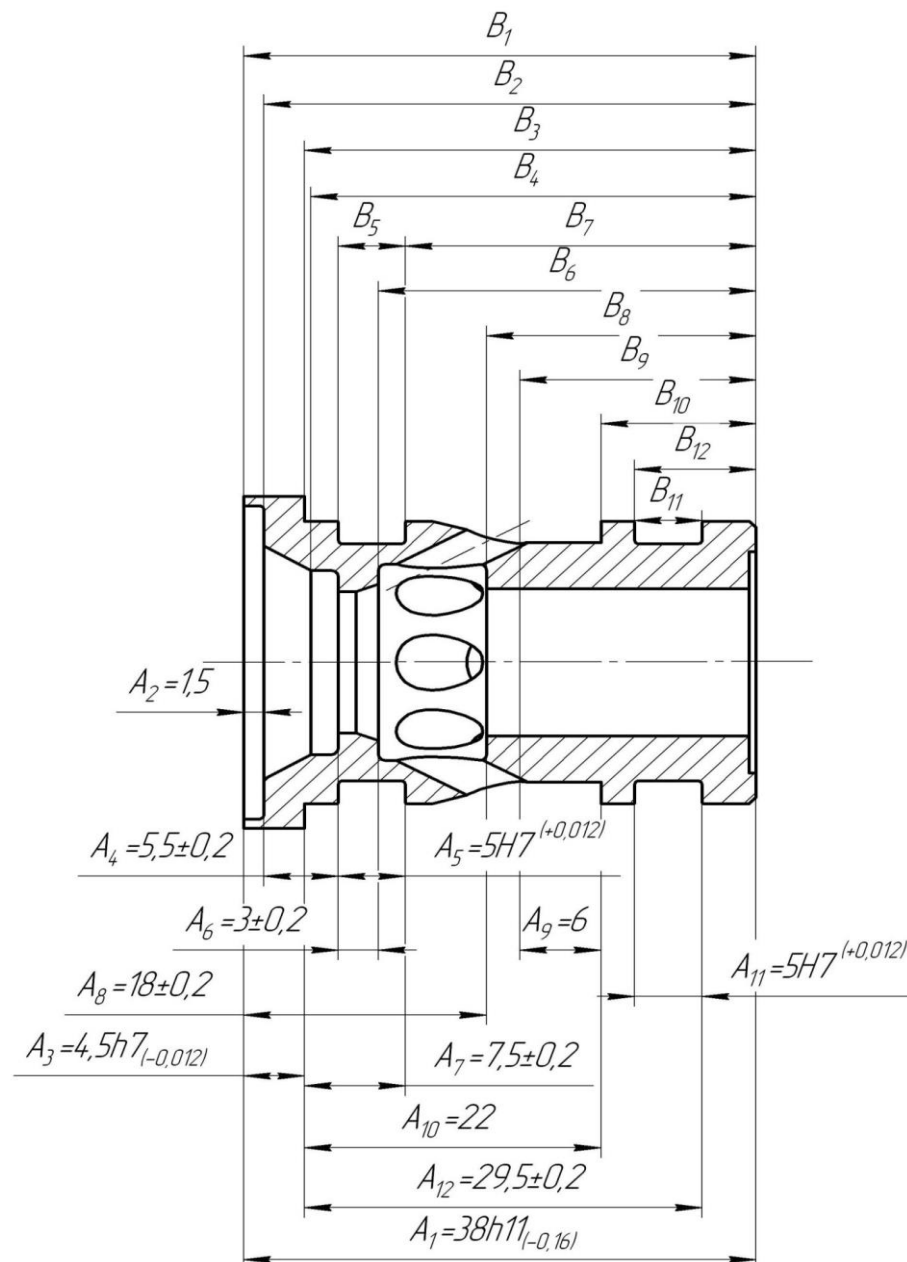


Рисунок 2.2 – Комплекс конструкторських та технологічних розмірів гільзи.

Розрахунок розмірного ланцюга №5 [10].

Розмірна ланка 5.

Замикаючою ланкою у цьому ланцюзі є розмір $A_3 = 4,5_{-0,012}$ мм, з допуском

					6.131.2214.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

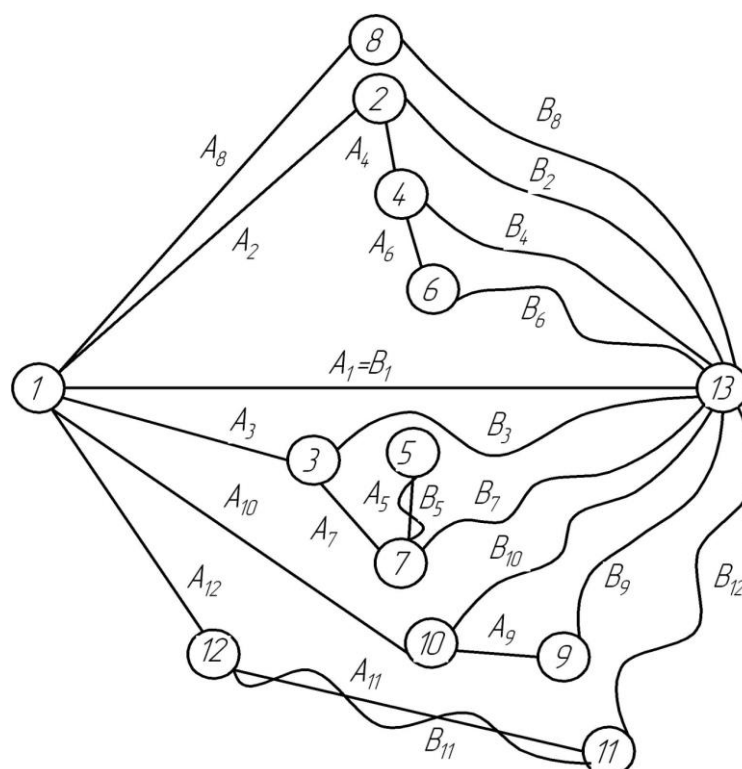


Рисунок 2.3 - Граф комплексу розмірів гільзи

З графа комплексів розмірів виявлені та побудовані розмірні ланцюги (рис.2.4).

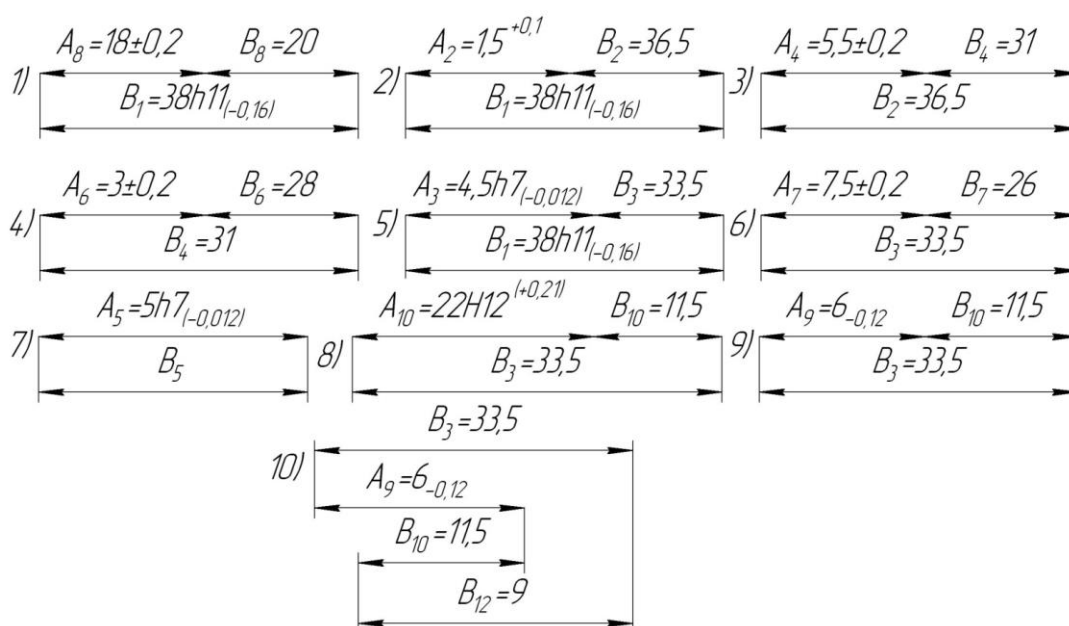


Рисунок 2.4 – Розмірні ланцюги.

$$0,1 = 0 - EiB_2$$

$$0,2 = -0,006 - EsB_2$$

$$ESB_3 = -0,006$$

$$EiB_3 = -0,1$$

$$\text{Приймаємо } B_2 = 36,5_{-0,1}^{-0,006} \text{ мм.}$$

					6.131.2214.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок розмірного ланцюга №10.

Середній допуск знаходимо за формулою 2.19:

$$TV_{ксп} = \frac{0,4}{3} = 0,13.$$

Приймаємо розмір:

$$B_{11} = 5^{+0,012} \text{ мм},$$

$$B_3 = 33,5^{+0,006} \text{ мм}.$$

Розраховуємо граничні відхилення за формулами 2.20, отримаємо:

$$0,2 = 0,006 + 0,012 - EiB_{12}$$

$$-0,2 = 0 - EsB_{12}$$

$$ESB_{12} = 0,2$$

$$EiB_{12} = -0,18$$

$$\text{Приймаємо } B_2 = 9^{+0,2}_{-0,18} \text{ мм}.$$

Розрахунок розмірного ланцюга №1.

Середній допуск знаходимо за формулою 2.19:

$$TV_{ксп} = \frac{0,4}{2} = 0,2.$$

Приймаємо розмір:

$$B_1 = 38^{-0,006} \text{ мм}.$$

Розраховуємо граничні відхилення за формулами 2.20, отримаємо:

$$0,2 = 0 - EiB_8$$

$$-0,2 = -0,006 - EsB_8$$

$$ESB_8 = +0,19$$

$$EiB_8 = -0,2$$

$$\text{Приймаємо } B_8 = 20^{+0,19}_{-0,2} \text{ мм}.$$

Розрахунок розмірного ланцюга №3.

Середній допуск знаходимо за формулою 2.19:

$$TV_{ксп} = \frac{0,4}{2} = 0,2.$$

Приймаємо розмір:

$$B_2 = 36^{-0,006}_{-0,1} \text{ мм}.$$

Розраховуємо граничні відхилення за формулами 2.20, отримаємо:

$$0,2 = -0,006 - EiB_4$$

$$-0,2 = -0,1 - EsB_4$$

					6.131.2214.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$ESB_4 = +0,1$$

$$EIB_4 = -0,19$$

$$\text{Приймаємо } B_4 = 31^{+0,1}_{-0,19} \text{ мм.}$$

Розрахунок розмірного ланцюга №4.

Середній допуск знаходимо за формулою 2.19:

$$TB_{\text{ксп}} = \frac{0,4}{2} = 0,2.$$

Приймаємо розмір:

$$B_4 = 31^{+0,1}_{-0,19} \text{ мм.}$$

Розраховуємо граничні відхилення за формулами 2.20, отримаємо:

$$0,2 = 0,1 - EiB_6$$

$$-0,2 = -0,19 - EsB_6$$

$$ESB_6 = +0,01$$

$$EIB_6 = -0,1$$

$$\text{Приймаємо } B_6 = 28^{+0,01}_{-0,1} \text{ мм.}$$

Розрахунок розмірного ланцюга №6.

Середній допуск знаходимо за формулою 2.15:

$$TB_{\text{ксп}} = \frac{0,4}{2} = 0,2.$$

Приймаємо розмір:

$$B_3 = 33,5^{+0,006} \text{ мм.}$$

Розраховуємо граничні відхилення за формулами 2.20, отримаємо:

$$0,2 = 0,006 - EiB_7$$

$$-0,2 = 0 - EsB_7$$

$$ESB_7 = 0,2$$

$$EIB_7 = -0,19$$

$$\text{Приймаємо } B_7 = 33,5^{+0,2}_{-0,19} \text{ мм.}$$

Розрахунок розмірного ланцюга №8.

Середній допуск знаходимо за формулою 2.15:

$$TB_{\text{ксп}} = \frac{0,21}{2} = 0,105.$$

Приймаємо розмір:

$$B_3 = 33,5^{+0,006} \text{ мм.}$$

Розраховуємо граничні відхилення за формулами 2.20, отримаємо:

$$0,21 = 0,006 - EiB_{10}$$

$$0 = 0 - EsB_{10}$$

					6.131.221402.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$ESB_3 = 0$$

$$EIB_3 = -0,2$$

$$\text{Приймаємо } B_2 = 11,5_{-0,2}^{} \text{ мм.}$$

Розрахунок розмірного ланцюга №9.

Середній допуск знаходимо за формулою 2.19:

$$TB_{\text{ксп}} = \frac{0,12}{2} = 0,06.$$

Приймаємо розмір:

$$B_9 = 17,5_{-0,06}^{} \text{ мм.}$$

Розраховуємо граничні відхилення за формулами 2.20, отримаємо:

$$0,12 = 0 - EiB_{10}$$

$$0 = -0,06 - EsB_{10}$$

$$ESB_3 = +0,06$$

$$EIB_3 = -0,12$$

$$\text{Приймаємо } B_{10} = 11,5_{-0,12}^{} \text{ мм.}$$

2.1.8 Вибір пристроїв

В умовах дрібносерійного виробництва застосовуємо стандартні універсально-складальні та універсально-спеціалізовані налагоджувальні пристрої багаторазового застосування з швидкодіючим затиском заготовки і механізованим приводом, що забезпечують необхідну точність обробки деталі, що дозволяють досягати найбільшу продуктивність, економічність і безпеку в роботі [8]. Заготовку «гільза», як тіло обертання з відношенням $l/d < 12$ і підлягає обробці на декількох верстатах з необхідної концентричності поверхонь закріплюють часто в цанговому патроні. На операції токарній з ЧПК використовується цанговий патрон. Вибрані пристосування для гільзи за операціями вказані у технологічному процесі.

Трикулачковий патрон 12" Big Bore; Кондуктор 7300-0261 ГОСТ 16888-71; Патрон 7100-0001 ГОСТ 2675-8; Комплект оправок 7110-0534-12 ГОСТ 31.1066.03-97

2.1.9 Вибір різального і допоміжного інструменту

Вибір ріжучого і допоміжного інструментів здійснювався з врахуванням характеру виробництва, методу обробки, типу верстата, розмірів, конфігурації і матеріалу оброблюваної заготовки, потрібних якості поверхні і точності обробки.

					6.131.2214.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Залежно від вигляду обробки в проектованому технологічному процесі застосуємо ріжучий інструмент [11]:

- для чорнової і чистової обробки циліндрових поверхонь – токарні прохідні з пластинками з твердого сплаву. Конструкція і розміри беремо по каталогу Sandvik Coromant – приймаємо державку PCLNR 2525 M12 з твердосплавною пластиною CNMG 120404, а для чистової CNMG FG 120408; різець для розточування – C08MSCLCR06 з твердосплавною пластиною CCET06020003, а для чистової CNMG CCET06020003GF. Конструкцію відрізного і канавного різця TGB32-3 з пластинами TDJ3.

- для виконання свердлувальної операції застосуємо свердло ГОСТ 886-77. Для ріжучого інструменту вибираємо марку стали P18, оскільки він призначений для обробки конструкційних матеріалів в умовах динамічних навантажень;

- для виконання шліфувальних операції як ріжучий інструмент застосуємо еластичний полімер-абразивний інструмент [12], розміри яких вибираються залежно від діаметру оброблюваної поверхні.

Оскільки умови експлуатації інструменту на верстатах з ЧПК відрізняються від умов експлуатації інструменту на звичайних верстатах, оскільки питома вага часу різання від загального часу роботи знижується до 45 – 75%.

Для токарної обробки використовуються різці з механічним кріпленням багатогранних непереточуваних швидкозмінних пластинок з твердого сплаву. Прийняті ріжучі і допоміжні інструменти для кожної операції вказані в технологічному процесі, що додається (додаток А).

2.1.10 Вибірання засобів технічного контролю

При проектуванні даного технологічного процесу після відношення до засобів технологічного контролю враховуються наступні правила. Оскільки деяка частина операцій виконується на верстатах з програмним управлінням, то точність розмірів забезпечується технологічно, без засобів контролю, особливо це стосується розмірів, які не можуть бути поміряні. Застосовуються засоби активного контролю (Mazak) для того, щоб виключити або скоротити до мінімуму час на технічні виміри та впливати на хід техпроцесу під час його перебігу. Для виміру діаметрів валів, отворів і довжин застосовуються універсальні інструменти, прилади до яких відносяться: штангенінструменти, вимірювальні голівки, мікрометричні інструменти, скоби важелів і пробки.

Прийняті засоби контролю, залежно від точності контрольованих параметрів для кожної операції, записані в технологічних картах (додаток А) з вказівкою їх найменування, вимірюваного розміру.

					6.131.221402.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.11 Проектування технологічного процесу обробки деталі

На підставі прийнятих маршрутних технологічних процесів обробки гільзи робляємо маршрутно-операційний технологічний процес [2], на кожну операцію.

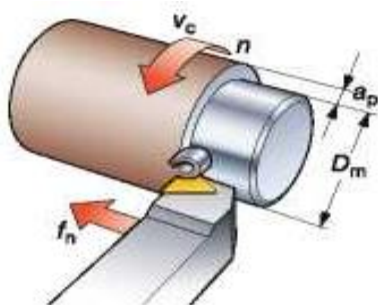
Деталь на операційному ескізі викреслена в робочому положенні, яке вона займає на верстаті, і в тому виді, який вона має потім при обробці на конкретній операції. Базування і закріплення деталі в пристосуванні показується умовними позначеннями згідно ГОСТ 3.1107 - 81.

Маршрутно-операційні карти з повною інформацією про технологічний процес знаходяться в додатку Г.

2.1.12 Визначення режимів обробки гільза

Виконуємо розрахунок режимів різання на операцію 010. Вживане обладнання, ріжучий інструмент: Mazak integrex-200-IV-S, Різець PCLNR 2525M12 пластина CNMG120408; свердло Ø10 Sandvik Coromant 860.1-0100-040A1-PM 4234; Різець C08MSCLCR06 пластина CNMG120408; Різець PCLNR 2525M12 пластина CNMG FG120408; Різець TGB32-3 пластина TDJ3.

Чорнове точіння: $t = 1,3$ мм; $S = 0,2$ мм/об. Сучасні позначення технологічних параметрів подані на рисунку 2.5.



- a_e – радіальна глибина різання (мм)
- a_p – осьова глибина різання (мм)
- D_c – діаметр свердління (мм)
- f_n – подача (мм/об)
- n – швидкість обертання шпинделя (об/хв.)
- v_c – швидкість різання (м/хв)
- v_f – подача стола (мм/хв)

Рисунок 2.5 – Схема точіння та прийняті позначення в каталозі Sandvik Coromant

Швидкість обирається за каталогом як рекомендоване значення, але має бути відкоректоване з огляду на реальну твердість матеріалу деталі.

Твердість матеріалу за кресленням 26HRC, що відповідає 257HB.

Коефіцієнт корегування швидкості становить згідно каталогу 0,73.

$290 \text{ м/хв} \cdot 0,73 = 212 \text{ м/хв}$. – перераховуємо усі дані та заносимо результати до таблиці 2.5.

Частота обертання шпинделя верстата, мм/об [11].

$$n := \frac{1000 \cdot v}{3.14 \cdot d} \quad (2.19)$$

					6.131.221402.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де d – діаметр поверхні, яка обробляється, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 212}{3,14 \cdot 21} = 3215 \text{ об/хв}$$

$$n_{\phi} = 3215 \text{ об/хв.}$$

Особливо важливо враховувати під час чорнової обробки величину потужності, що витрачається на різання. Слід впевнитися, що потужності верстата достатньо для виконання операції. Потужність за каталогом можна визначити за виразом:

$$P_c := 1 \frac{v_c \cdot a_p \cdot f_n \cdot k_c}{60000}, \text{ кВт} \quad (2.20)$$

де v_c – рекомендована швидкість різання, м/хв.;

a_p – глибина різання, мм;

f_n – подача, мм/хв.;

k_c – питомий коефіцієнт сили різання (Н/мм²).

$v_c=212$ м/хв, $a_p=1,3$ мм, $f_n=0,2$ мм/об, $k_c=980$ Н/мм².

$$P_c = \frac{212 \cdot 1,3 \cdot 0,2 \cdot 980}{60000} = 0,9 \text{ кВт}$$

Перевіряємо чи достатня потужність верстата для проведення даної операції:

$$N \leq [N_{cm}] \cdot \eta; \quad (2.21)$$

$$[N_{cm}] = 37 \text{ кВт}; \quad \eta = 0,75;$$

$$0,9 \leq 27,75$$

Потужність верстата становить 27,75 кВт, на перехід витрачено 0,9 кВт., потужності верстата достатньо.

2.1.13 Технічне нормування технологічного процесу

Для непотокової серійної форми організації роботи нормування технологічного процесу здійснюють по кожній верстатній операції методом технічного розрахунку по нормативах. Технічна норма часу незалежно від типу верстата і методу обробки [2]:

					6.131.221402.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{ш.к} = T_{шт} + \frac{T_{п.з}}{n}, \text{ хв} \quad (2.21)$$

де $T_{ш.к}$ – норма штучно-калькуляційного часу, хв;

$T_{шт}$ – норма штучного часу, хв;

$T_{п.з}$ – норма підготовчо-заключного часу на партію деталей, хв;

n – розмір партії деталей, шт.

Таблиця 2.5 – Зведена відомість режимів обробки

Номер		Найменування операції або переходу	Режими обробки						
Оп.	Перех.		D, мм	L, мм	t, мм	i	S, мм/об	V _з , м/хв.	n, об/хв.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
010	1	Точить торець попередньо	30	-	1,3	1	0,2	145	1540
	2	Точить циліндр попередньо	30	31	2,4	2	0,2	132	1405
	3	Центрувати отв.	5	5	2,5	1	0,1	38	2432
	4	Свердлення Ø10	10	42	5	1	0,1	45	1449
	5	Розточить отвір	11,7	24	0,85	1	0,2	139	3795
	6	Розточить отвір	16,7	7	1,3	4	0,2	145	3000
	7	Точить торець остаточно	25	-	0,6	1	0,2	145	1540
	8	Точить циліндр остаточно	24,55	26	1,1	2	0,1	180	2000
	9	Точить канавку	24	3,6	1,1	5	0,08	120	1400
	10	Точить поверхню	22,5	10	0,5	3	0,08	80	1200
	11	Точить поверхню остаточно	18,4	9	0,3	4	0,05	80	1200
	12	Розточить отвір Ø18	18	20,4	0,5	1	0,1	120	1500
	13	Розточить отвір остаточно	11,8	27,3	0,3	1	0,08	120	1500
	14	Розточить конус	14	2	0,6	1	0,1	120	1200
	15	Відрізати	30	-	2	1	0,04	100	1000
025	1	Точить торець	30	-	1,3	1	0,2	150	1600
	2	Розточить отвір	11,2	32	1,3	1	0,2	120	1500
	3	Точить циліндр	30	7	1,3	1	0,2	150	1600
	4	Точить торець остаточно	27,8	-	0,6	1	0,15	180	2000
	5	Точить циліндр остаточно	27,8	7	0,6	1	0,2	180	2000
	6	Розточить отвір попередньо	12,7	6,8	1	1	0,2	120	1500
	7	Розточить отвір остаточно	16,68	7	0,6	1	0,15	120	1500
030	1	Свердлить Ø4,5	4,5	6	2,25	1	0,01	4,6	326
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	6.131.2214.02.ПЗ				

Продовження табл. 2.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
050	1	Шліфування Ø11,93	11,7	20	0,11	1	0,006	14,8	400
065	1	Шліфування Ø11,99	11,8	20	0,036	1	0,006	15	405
070	1	Шліфування торця	27	13,5	0,2	1	0,567	22	518
	2	Шліфування пов. 2	19,43	33,2	0,16	1	1,58	32	525
	3	Шліфування торця 1 остаточно	27	13,5	0,1	1	0,56	22	518
	4	Шліфування пов. 2 остаточно	19,3	33,4	0,033	1	1,58	31	525
	5	Шліфування канавки 3	19,43	5	0,08	1	2,4	32	524
	6	Шліфування канавки 3 остаточно	19,3	5	0,08	1	2,4	32	524
075	1	Розточить отв. 1	23,9	8	1,3	1	0,2	120	1200
	2	Розточить отв. 2	19,6	7	1,3	1	0,2	120	1200
	3	Розточить отв. 1 остаточно	25	8	0,6	1	0,08	120	1500
	4	Розточить конус остаточно	19	4	0,5	2	0,08	120	1500
	5	Розточить отв. 3 остаточно	14,5	2	0,5	1	0,08	120	1500
	6	Розточить отв. 4 остаточно	11,2	1,5	0,3	1	0,08	120	1500
080	1	Шліфування конуса	12,8	3,7	0,1	1	1	15	372
105	1	Доведення Ø12	12	20	0,003	1	2,4	15	400
115	1	Доведення конуса Ø12	12,73	3,7	0,05	1	3,36	15	375

Норма штучний часи [2]:

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{тех} + T_{орг} + T_{п}, \quad (2.22)$$

де T_o – основний технологічний час, хв;

T_v – допоміжний час, хв;

$T_{тех}$ – час технічного обслуговування робочого місця, хв;

$T_{орг}$ – час організаційного обслуговування робочого місця, хв;

$T_{п}$ – час перерв, хв.

Оперативний час операції [2]:

$$T_{оп} = T_o + T_v, \text{ хв.}, \quad (2.23)$$

В оперативний час включається тільки частина допоміжного часу, що не перекривається. Час технічного обслуговування можна приймати до 6%, організаційного обслуговування – до 8%, перерв – до 2,5% від оперативного часу. Конкретний відсоток цих часів можна встановити за нормативами. Таким чином, технічна норма часу

					6.131.2214.02.ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

визначається за формулою 2.21: Норми часу на виконання інших операцій представлені у зведеної відомості норм часу за операціями підраховано засобами програми СПРУТ –ТП (таблиця 2.6).

Таблиця 2. 6 – Зведена відомість норм часу по операціях, хв

Найменування операції	T _о	T _в			T _{оп}	T _{обсл}		T _{отд}	T _{шт}	T _{шт-к}
		T _{уст}	T _{пер}	T _{изм}		T _{тех}	T _{орг}			
Токарна з ЧПК	2,11	0,14	0,38	0,80	3,43	0,34	0,51	0,34	4,63	4,67
Токарна з ЧПК	0,40	0,14	0,18	0,40	1,12	0,11	0,17	0,11	1,51	1,55
сверлильная	1,30	0,40	1,32	0,80	3,82	0,38	0,57	0,38	5,16	5,19
Внутрішліфувальна	0,12	0,70	0,49	1,20	2,51	0,25	0,38	0,25	3,39	3,42
Внутрішліфувальна	0,15	0,15	0,19	0,80	1,29	0,13	0,19	0,13	1,74	1,78
Круглошліфувальна	3,73	0,50	0,55	1,40	6,18	0,62	0,93	0,62	8,34	8,38
Токарна з ЧПК	0,11	1,20	0,87	1,10	3,28	0,33	0,49	0,33	4,43	4,46
Внутрішліфувальна	0,06	0,15	0,19	0,80	1,2	0,12	0,18	0,12	1,62	1,66
Доводочна	0,16	0,50	0,55	1,40	2,61	0,26	0,39	0,26	3,52	3,56
Доводочна	0,06	1,20	0,87	1,10	3,23	0,32	0,48	0,32	4,42	4,46

2.1.14 Проектування наладок

При проектуванні розробляємо технологічні налагодження деталі «кільце рухоме» на операцію: токарна з ПУ.

Оформлення схем наладок на верстатах наступне. Оброблювана заготовка зображується в довільному масштабі та в необхідній кількості проекцій. На заготовці зазначаються розміри, які витримуються на операції з граничними відхиленнями і шорсткістю. Оброблювані поверхні прив'язуються до технологічних баз відповідними розмірами. На налагодження вказуємо напрямок робочих рухів різальних інструментів і заготовки, ріжучий інструмент в кінці робочого ходу і спосіб кріплення інструменту на верстаті. На вільному полі креслення вказуємо: назву операції, найменування і модель верстата, пристосування, ріжучий інструмент та режими обробки, траєкторію руху, коди керуючої програми.

Таким чином, технологічна наладка виконана у відповідності з перерахованими рекомендаціями і представлена на листі 2.

					6.131.221402.ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

2.2 Розрахунок вихідних даних для формування технічного завдання на верстатний пристрій

2.2.1 Аналіз технологічних даних

Розрахунки пристосування для основних токарських і шліфувальних операцій виконані згідно методичних вказівок [13-15].

Оброблювана деталь відноситься до класу «валів». Деталь виготовлена із сталі 12ХНЗА, твердість - 26-41,5HRC. Габаритні розміри: 38х27мм. Верстатне пристосування розробляємо для операції 115. Розраховувати силу закріплення і точність будемо для операції 115 – шліфування отвору, шорсткістю Ra 0,16 мкм, допуск радіального биття відносно осі центру 0,05 мм.

Доступ інструменту до оброблюваної поверхні вільний. Присутній ряд поверхонь зручних для базування. Жорсткість заготовки - достатня. Конструкція деталі і її точність дозволяє вести обробку на внутрішньо шліфувальному верстаті 3K225В. Як інструмент застосуємо еластичний полімер абразивну щітку.

2.2.2 Вибір принципової схеми пристосування

Задана виробнича програма може бути виконана із застосуванням одномісного пристосування в тому випадку, якщо витрати часу на даному етапі обробки не перевершують фонду часу на виготовлення однієї деталі, а отже, штучне часом в цьому випадку повинна бути менша (або дорівнює) такту випуску деталей.

$$\tau = \frac{60 \cdot F_d \cdot K_U}{N}, \text{ мин} \quad (2.24)$$

де F_d – дійсний річний фонд часу роботи обладнання.

$F_d = 2020$ годин при одно-змінній роботі;

K_U – коефіцієнт, що враховує втрати часу з організаційно-технічних причин, втрати від переналагодження устаткування і т. п.

$K_U = 0.9$;

N – виробнича програма, шт.

Приймаємо $F_d = 2020$ год., $n=2$, $N=500$ шт. Підставляючи ці значення в формулу (2.43):

$$\tau = \frac{2020 \cdot 2 \cdot 60}{500} = 484,8 \text{ хв.};$$

					6.131.2214.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

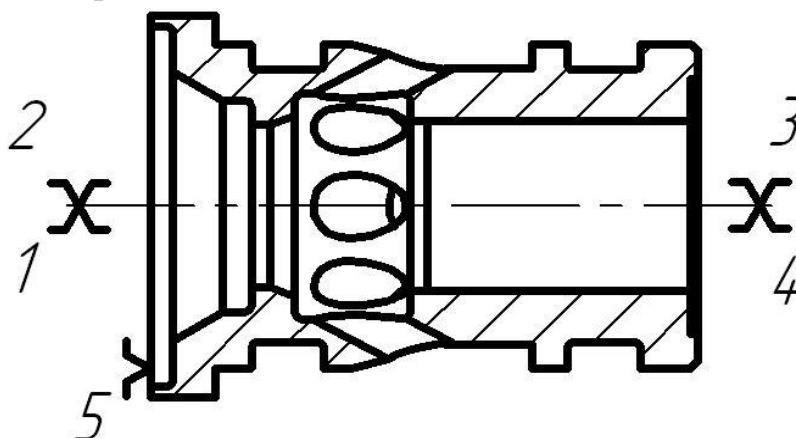
$$\frac{T_{\text{шшш}}}{\tau} = \frac{70,7}{484,4} = 0,145 < 1$$

Отже, задана програма може бути виконана із застосуванням одного одномісного пристосування.

2.2.3 Вибір схеми базування деталі

Вибір схеми базування деталі здійснюється виходячи з конструкції деталі, схеми і способу обробки поверхні. Базування деталі може бути здійснене за схемою базування циліндрових деталей типу «вал» (рис. 2.6).

В цьому випадку реалізується подвійна напрямної база, що позбавляє заготовку чотирьох ступенів свободи (R_z , R_y , S_y , S_z), і опорна, позбавляє одного ступеню свободи (S_x). Як пристосування для закріплення заготовки при обробці приймаємо патрон з пневмоприводом.



1, 2, 3, 4 - подвійна напрямна база (R_z , R_y , S_y , S_z); 5 – опорна (S_x).

Рисунок 2. 6 – Схема базування

2.2.4 Силевий розрахунок верстатного пристосування

Силевий розрахунок пристосування виконується з метою забезпечення гарантованої нерухомості оброблюваної заготовки під дією технологічних навантажень. Силевий розрахунок пристосування включає:

- розрахунок зусилля закріплення;
- розрахунок затискного механізму;
- розрахунок силового приводу.

В процесі обробки на деталь і елементи пристосування діятимуть наступні технологічні навантаження: сила різання $P_z = 575$ Н, сила закріплення Q , сила тяжіння

					6.131.221402.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

G і створювані ними сили тертя F_{mp} . У розрахунку силою тяжіння можна нехтувати, оскільки маса деталі менше 10 кг.

Оскільки умови механічної обробки до певної міри носять випадковий характер, що обумовлює можливі випадкові зміни силових чинників, залежних від умов обробки. Для компенсації можливих випадкових відхилень силових чинників від розрахованих значень в силовий розрахунок вводиться коефіцієнт запасу [12-14].

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (2.25)$$

де $K_0 = 1,5$ – гарантований коефіцієнт запасу;

$K_1 = 1,2$ – враховує стан базових поверхонь;

$K_2 = 1,0$ – враховує знос інструменту;

$K_3 = 1,0$ – враховує ударне навантаження на інструмент;

$K_4 = 1,1$ – враховує стабільність сил, що розвивається приводом;

$K_5 = 1$ – враховує зручність управління затискними механізмами з ручним приводом;

$K_6 = 1$ – враховує визначеність розташування опорних точок при зміщенні заготовки моментом сил.

$$K = 1.5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1.2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1.8$$

Для аналізу та вибору найбільш несприятливої ситуації, необхідно вказати силові фактори та визначити в якому випадку деталь втратить свою нерухомість (рис. 2.5). Для кожної з цих ситуацій проводиться розрахунок зусилля закріплення, що включає:

- визначення напрямку дії і точки додатка зусилля закріплення;
- складання рівнянь рівноваги заготовки під дією технологічних навантажень і зусилля закріплення;
- визначення зусилля закріплення.

Перша небезпечна ситуація - поворот деталі довкола своєї осі під дією сили P_z .

$$K \cdot P_z \cdot I_p - 3 \cdot F_{mp} \cdot I_f = 0$$

де I_p - плече сили P_z , $I_p = 6$ мм,

F_{mp} - сила тертя від затискного елемента [12-14].

$$F_{mp} = Q \cdot f$$

					6.131.2214.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

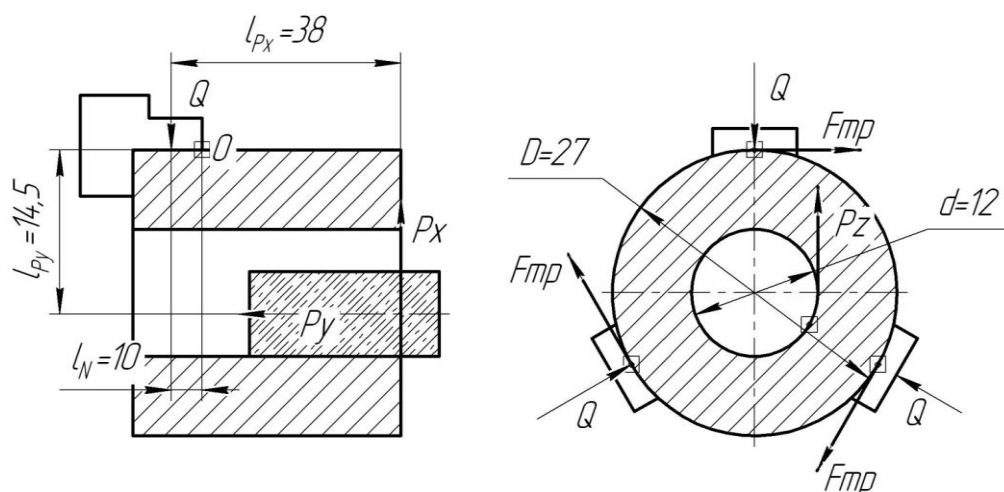


Рисунок 2.7 - Прикладені сили до конструкції

де f - коефіцієнт тертя для пари матеріалів сталь-сталь, приймаємо $f=0.16$;

l_F - плече сили тертя.

Силу закріплення визначаємо за формулою:

$$Q_1 = \frac{K \cdot P_z \cdot l_{pz}}{3 \cdot f \cdot l_F} = \frac{1.8 \cdot 575 \cdot 6}{3 \cdot 0.16 \cdot 13.5} = 958.333 \text{ H}$$

Друга небезпечна ситуація - поворот деталі довкола кулачків під дією сили P_y .

$$K P_z I_p - 3 N I_f = 0$$

де I_p - плече сили P_y , $I_p = 38$ мм (вибраний найскладніший варіант)

$$Q_2 = \frac{K \cdot P_y \cdot l_{py}}{l_n} = \frac{1.8 \cdot 575 \cdot 38}{10} = 3146 \text{ H}$$

Для подальших проектних розрахунків вибирається найбільша по величині сила. Для даного випадку приймаємо $Q=3146$ Н. Подальший силовий розрахунок пристосування передбачає розрахунок затискного механізму, який включає: -

- вибір вигляду затискного механізму;
- визначення коефіцієнта передачі затискного механізму;
- розрахунок сили затиску.

Конструкція пристосування передбачає вживання механізованого затискного механізму. Необхідна сила закріплення Q може бути забезпечена моментом сили моментом сили затягування W . Величина сили затягування визначається за формулою[13-15]:

					6.131.221402.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W = \frac{Q}{i} \quad (2.26)$$

де Q - сила закріплення, $Q=3146$ Н;
 i - передавальне відношення (у нашому випадку, при рівноплечому важелі $i=1/3$). Таким чином величина сили зтягування буде рівна:

$$W = 3 \cdot Q = 3 \cdot 3146 = 9439 \text{ Н}$$

Визначаємо переміщення притискного елементу і приводу. Величина ходу переміщення притискного елементу визначається по формулі

$$S(Q) = \Delta_{\text{gap}} + \Delta + \frac{Q}{I} + \Delta S(Q) \quad (2.27)$$

де Δ_{gap} - гарантований зазор для вільної установки заготовки.

Приймаємо $\Delta_{\text{gap}} = 0.4$ мм;

Δ - відхилення розміру заготовки. У нашому випадку $\Delta = 0,62$ мм;

Q - відома сила закріплення заготовки, $Q = 3146$ Н;

I - жорсткість затискного механізму. Приймаємо $i=1500$ Н/мм;

$\Delta S(Q)$ - запас ходу плунжера.

Враховуючи знос і похибки виготовлення механізму. Приймаємо $\Delta S(Q) = 0.4$ мм.
 Підставивши числові значення величин, що входять у формулу отримаємо величину ходу притискного елементу:

$$S(Q) = 0,4 + 0,62 + \frac{3146}{1500} + 0,4 = 3,518$$

Приймаємо $S(Q) = 4$ мм.

Величина ходу приводу визначається величиною переміщення притискного елементу і передавальним відношенням переміщення механізму [13-15].

$$S(W) = S(Q) \cdot i, \quad (2.28)$$

де i_{np} - передавальне відношення переміщення механізму.

У нашому випадку $i_{np} = 1$. Таким чином, підставивши значення:

$$S(W) = S(Q) = 4, \text{ мм.}$$

					6.131.221402.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо величину робочого діаметру пневмоциліндру. Діаметр поршня пневмоциліндру визначимо за формулою [13-15]:

$$d_n = \sqrt{\frac{4W}{\pi \cdot p \cdot \eta \cdot (1 - a^2)}} \quad (2.29)$$

де W- сила тяги (за розрахунком W=9439 Н);

p- тиск стислого повітря (номінальний тиск стислого повітря 1 МПа);

η - к.п.д. пневмоциліндра. Приймаємо $\eta = 0.95$; а- прийнята величина відношення діаметру штока до діаметру поршня:

а- прийнята величина відношення діаметру штока до діаметру поршня.

При цих значеннях величин, що входять у формулу діаметр поршня будуть:

$$d_n = \sqrt{\frac{4 \cdot 9439}{3.14 \cdot 10^5 \cdot 0.95 \cdot (1 - 0.3^2)}} = 37 \text{ мм}$$

На підставі розрахункових значень параметрів, по ГОСТ 19899-74 приймаємо як двигун стандартний пневмоциліндр з параметрами:

- діаметр поршня $d_n = 40 \text{ мм}$;
- діаметр штока $d_{ш} = 20 \text{ мм}$;
- хід поршня $l = 60 \text{ мм}$.

При номінальному тиску стислого повітря 1 МПа, сила на штоку:

- штовхаюча сила = 12.3 кН;
- тягнуча сила = 8.5 кН.

2.2.5 Оцінка точності пристосування.

На даній операції необхідно забезпечити точність виконання розміру $12^{+0.035}$ мм. Проектоване пристосування повинне забезпечувати необхідний рівень точності обробки, що відповідає виконанню наступної умови [13-15]

$$\varepsilon \leq [\varepsilon] \quad (2.30)$$

де $[\varepsilon] = T - K_{\sigma} \cdot \omega$ – допустима похибка пристосування;

ε – дійсна похибка пристосування;

					6.131.221402.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$k_y=0,6$ – коефіцієнт посилювання;

$T=35$ – конструкторський допуск на виконуваний розмір, мкм;

$\omega=27$ - середня економічна точність даного виду обробки, мкм.

$$[\varepsilon] = 35 - 0,6 \cdot 27 = 18,8 \text{ мкм.}$$

Дійсна похибка пристосування включає три складові [13-15]:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_n^2} \quad (2.31)$$

де ε_0 – похибка базування дорівнює нулю, оскільки напрям розміру, що витримується, перпендикулярний напрямку розміру, що характеризує відстань між технологічною і вимірювальною базами $\varepsilon_0 = 8$ мкм;

ε_3 – похибка закріплення $= 0$, оскільки сила закріплення направлена на вісь заготовки і діє одночасно зі всіх сторін;

ε_n – похибка положення (мкм) дорівнює похибки зносу при використанні однісного пристосування.

Похибка, обумовлена лінійним зносом робочих поверхонь настановних елементів, визначається за наступною формулою [13-15]:

$$\varepsilon_u = \beta \cdot \sqrt{N}, \quad (2.32)$$

де $\beta = 0,5$ – емпіричний коефіцієнт, що визначає вплив умов обробки на величину зносу;

$N=500$ – річна програма.

$$\varepsilon_u = 0,5 \cdot \sqrt{500} = 11,18 \text{ мкм.}$$

Визначивши, по представленій формулі, похибка, обумовлену лінійним зносом робочих поверхонь настановних елементів, похибка положення буде рівна $\varepsilon_n = 7,75$ мкм.

Підставивши, знайдені складові дійсної похибки, розраховуємо її величину:

$$\varepsilon = \sqrt{11,18^2 + 8^2 + 0^2} = 13,748 \text{ мкм}$$

Оскільки дійсна похибка $\varepsilon=13,748$ мкм нижче допустимої $[\varepsilon]=18,8$ мкм, то проєктоване верстатне пристосування необхідну точність забезпечує.

					6.131.221402.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2.6 Розробка конструкції пристосування

Відповідно до вибраної раніше принциповою схемою пристосування і виробленими розрахунками виробляємо розробку конструкції пристосування. Для виконання необхідного отвору, доцільно як пристосування прийняти 3х кулачковий патрон з пневмоциліндром. Принцип дії даного пристосування полягає в наступному. Заготовка встановлюється зовнішньою циліндровою поверхнею $\varnothing 27$ мм в патрон 3, торцем упирається в кришку 4. Затиск кулачками 4 здійснюється за допомогою пневмоциліндру 13. Тяга 8, яка передає поступальну ходу від штока циліндру до муфти 7 патрону, проходить в середині шпинделя верстата. Для закріплення деталі циліндр 13 повинен розвинути силу тяги на штоку, для чого робочий газ (повітря) подається в праву камеру циліндра через муфту 7, яка обертається. При подачі повітря в штоковою порожнина, шток переміщається убік зворотну патрону, тяга 8, яка взаємодіє з важелем 9, переміщає кулачки, тим самим зрушуючи їх до поверхні заготовки. Таким чином деталь закріплюється. Після закріплення виробляємо обробку заготовки. По закінченню обробки, повітря подається в без штокову порожнину, тяга переміщається у бік патрона, тим самим взаємодіє з важелем 9, розтиснувши кулачки і звільняючи заготовку. Після обробки готова деталь знімається з пристосування.

2.3 Обробка внутрішнього отвору полімер-абразивним інструментом

2.3.1 Технологічні особливості

В даний час у виробництві особливо гостро ставиться завдання створення і впровадження нових технологічних процесів, що перевершують за своїми техніко-економічними показниками вживані зараз в нашій промисловості.

Обробка робочих поверхонь носить важливий характер, особливо при необхідності забезпечити здатність утримувати мастило для підвищення терміну експлуатації елементів. Особливим фактом є необхідність обробки робочих поверхонь після технологічних операцій з метою повернення їх в робочий стан. Також особливістю слід вважати і технологічну складність надання поверхні вимог креслення зокрема якості поверхні.

Серед методів фінішної обробки існують ті, які призначені для розмірної обробки й ті, які використовуються для надання поверхні певних властивостей. Серед таких методів виділяються наступні фінішні методи механічної обробки, що виконуються *зв'язаним зерном*: тонке шліфування, шліфування пелюстковими кругами, стрічкове [16]. Основні методи шліфування використовують абразивні зерна, закріплені у зв'язці інструменту жорстко, знаходяться на гнучкій основі або без зв'язки.

					6.131.221402.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

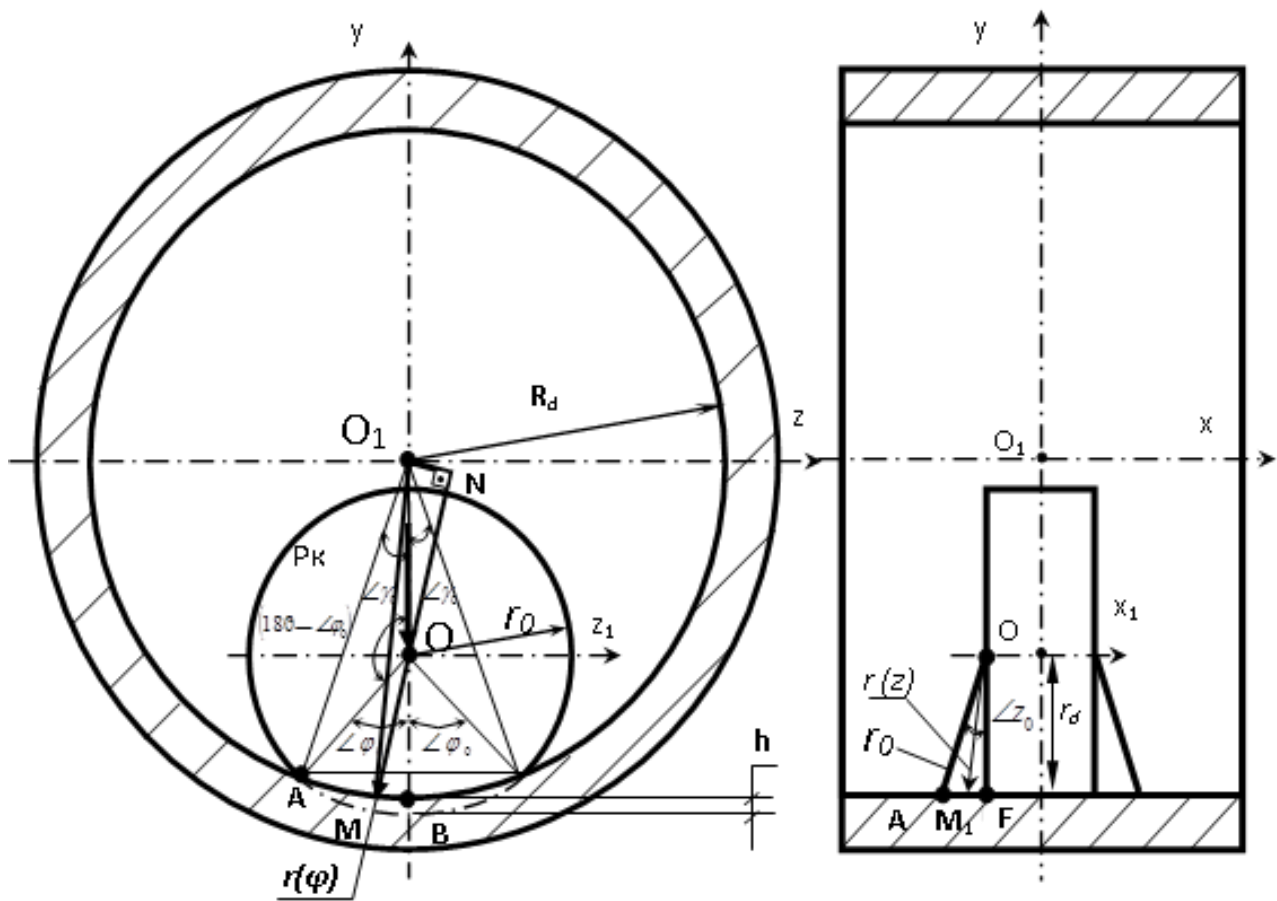


Рисунок 2.9 – Схема контакту ЕПАІ з внутрішньою циліндровою поверхнею [16].

У дослідженнях [16], схеми обробки еластичними пелюстковими кругами, до яких найближче підходять ЕПАІ, залежності для визначення P_z і M_x представлені в загальному вигляді:

$$P_z = f \cdot Cr \cdot C\rho \cdot \int_{-\varphi_0}^{+\varphi_0} (r_0 - r(\varphi)) \cdot (\cos^2 \gamma) \cdot d\varphi, \quad (2.33)$$

$$M_x = f \cdot Cr \cdot C\rho \cdot \int_{-\varphi_0}^{+\varphi_0} r(\varphi) \cdot (r_0 - r(\varphi)) \cdot (\cos^2 \gamma) \cdot \sin \varphi \cdot d\varphi. \quad (2.34)$$

Оскільки ці залежності не можуть бути прийняті до використання в заводських умовах, отже виникає необхідність конкретизувати значення кожного параметра і дати практичні рекомендації. Для цього були проведені дослідження [19,23], з яких нам відомо, що жорсткість інструменту для внутрішньої поверхні може бути описана залежністю [16]:

$$C_r \cdot C_\rho = \frac{Pk}{\iint_{\varphi \ z} (r_c - r(\varphi)) \cdot (r_c - r(z)) \cdot d\varphi \cdot dz}, \quad (2.35)$$

					6.131.221402.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $C_r \cdot C_p$ - жорсткість ЕПАІ в радіальному і тангенціальному, Н;

P_k - сила навантаження інструменту в статиці, Н;

r_0 - вільний радіус інструменту (за відсутності радіальної або навантажуючої сили), мм;

φ_0 - половина опорного кута контакту інструменту і заготовки, град;

z_0 - кут між волокнами інструменту і заготовкою, в точці найбільшого відхилення волокон від вертикальної лінії унаслідок деформації інструменту в торцевій площині, град.

Також було встановлено, що для випадку обробки внутрішньої поверхні опорний кут залежить від радіусу і початкової деформації інструменту:

$$r(\varphi) = r_0 \left[\sqrt{\eta^2 - m_4^2 \sin^2 \varphi} - m_4 \cdot \cos \varphi \right], \quad (2.36)$$

$$r(z) = \frac{r_0 \cdot \cos z_0}{\cos z}, \quad (2.37)$$

Діаметр інструменту вибирається з існуючого діапазону розмірів зазвичай в межах від 10 до 300 мм, хоча існують і інструменти більшого розміру – до 500 мм. Початкову деформацію призначають згідно необхідної технологічної дії. Чим величина початкової деформації більша, тим більше зусилля притиснення P_k .

Кут z_0 залежить від зусиль, що прикладаються до волокна, і від його відхилення в тангенціальному напрямі:

$$\sin z_0 = \frac{y}{r_0}, \quad (2.38)$$

де y – прогин волокна, мм;

Для освітлення всіх ситуацій роботи волокна було запропоновано три етапи навантаження технологічними зусиллями [16]. Найповнішим представляється третій етап, в якому представлені всі технологічні зусилля, зокрема розподілене навантаження (q) від сусідніх волокон [16].

$$y = \frac{1}{N} \left[\frac{1}{k} \left(F_{pez} - q \left(\frac{1}{k^2 l} + \frac{l}{2} \right) \right) \sin k(x+l) - \left(M_0 + F_{pez} l + \frac{q}{3} l^2 \right) \cos k(x-l) \right] - \frac{q}{2k^2} x^2 \left(1 - \frac{x}{3l} \right) - \frac{1}{EI} * \left(\frac{M_0}{k^2} + \frac{q}{k^4} + \left(\frac{F_{pez}}{k^2} - \frac{q}{k^4 l} \right) x \right), \quad (2.39)$$

де $k = \sqrt{\frac{N}{EI}}$

					6.131.221402.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

N – реакція на силу навантаження P_k , Н;

$F_{рез.}$ – сила різання, Н;

q - розподілене навантаження;

M_d - момент від двигуна, Нм;

l – довжина волокна у вільному стані, мм;

y - прогин волокна, мм;

x - відстань на якому здійснюється визначення прогину, мм.

Проте, в даній роботі до уваги був прийнятий 2-й етап (без розподіленого навантаження) оскільки складно врахувати величину розподіленого навантаження(q). Для визначення величини кута z_0 (величина відхилення волокна від осі z після додання йому початковій деформації) слід використовувати рівняння криволінійної осі волокна для 2-го етапу [16]:

$$y = \frac{1}{N} \left[(M_d - F_{рез} l) \cos k(l + x) + \frac{F_{рез}}{k} \sin k(l - x) - M_d + F_{рез} x \right]. \quad (2.40)$$

Для внутрішній циліндричній поверхні жорсткість в радіальному і тангенціальному напрямі має вигляд [16]:

$$C_r \cdot C_p = \frac{Pk}{2r_0^2 \left[z_0 \left(2\varphi_0 - m_4 \left\{ \eta \left(\sin \varphi_0 \cdot \sqrt{\left(\frac{\eta}{m_4} \right)^2 - \sin^2 \varphi_0} + \left(\frac{\eta}{m_4} \right)^2 \arcsin \left(\frac{\sin \varphi_0}{\eta/m_4} \right) \right\} - 2 \sin \varphi_0 \right) \right] - \varphi_0 \cos \varphi_0 + \right.} \quad (2.41)$$

$$\left. + \ln \left| \frac{\operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{4} + \frac{z_0}{2} \right)}{\operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{4} - \frac{z_0}{2} \right)} \right| \cdot \left\{ \frac{1}{2} m_4 \cdot \eta \cdot \cos z_0 \left(\sin \varphi_0 \cdot \sqrt{\left(\frac{\eta}{m_4} \right)^2 - \sin^2 \varphi_0} + \left(\frac{\eta}{m_4} \right)^2 \arcsin \left(\frac{\sin \varphi_0}{\eta/m_4} \right) \right) + m_4 \cdot \cos z_0 \cdot \sin \varphi_0 \right\} \right]$$

де $m_4 = \left(\sqrt{\eta^2 - \sin^2 \varphi_0} - \cos \varphi_0 \right), \quad \eta = \frac{R_d}{r_0}.$

$$\sin \varphi_0 = \frac{2\sqrt{(r_o \eta + 0.5h)(r_o(\eta - 1) + 0.5h)(r_o - 0.5h)0.5h}}{r_o(r_o(\eta - 1) + h)} \quad (2.42)$$

Тангенціальна складова сили різання для внутрішньої циліндричної поверхні має вигляд [16]:

					6.131.2214.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_z = fCr \cdot C\rho \cdot r_0 \left[\varphi_0 \left(1 + \frac{m^2}{2\eta^2} \right) + \sin 2\varphi_0 \left(\frac{1}{2} - \frac{m^2}{\eta^2} \right) + \frac{3m^2}{16\eta^2} \sin 4\varphi_0 - \frac{2m}{3} \sin^3 \varphi_0 \left(\frac{m^2}{\eta^2} + 1 \right) + \frac{m^3}{\eta^2} \left(\frac{4}{5} \sin^5 \varphi_0 + \right. \right. \\ \left. \left. + \sin^4 \varphi_0 \right) + 2m \left(\sin \varphi_0 - \sin^2 \varphi_0 \right) + \arcsin \frac{\sin \varphi_0}{\eta/m} \left[\frac{(10-\eta^2)\eta^3}{15m^3} + \frac{11\eta^3}{15m} + \frac{(10\eta^2-9)m}{15\eta} - 2m \right] - \right. \\ \left. - \sin 2\varphi_0 \sqrt{1 - \left(\frac{m}{\eta} \right)^2} \sin^2 \varphi_0 \left(\frac{m^2 + \eta^2}{3\eta} \right) + \sin \varphi_0 \sqrt{\left(\frac{n}{m} \right)^2 - \sin^2 \varphi_0} \left(\frac{m\eta}{15} - \frac{6m^3}{\eta} + 4m\eta^3 \right) \right].$$

Момент різання для внутрішньої циліндричної поверхні має вигляд [16]:

$$M(x) = 2f \cdot Cr \cdot C\rho \cdot r_0^2 \left[\cos \varphi_0 \sqrt{1 - \frac{m^2}{\eta^2} \sin^2 \varphi_0} \left[\frac{m^2}{48\eta} \sin^2 \varphi_0 \left(\frac{m^2}{\eta^2} \sin^2 \varphi_0 \left(\frac{m^2}{\eta^2} \left(\frac{\sin^2 \varphi_0}{8} - 18 \right) - 5 \right) - \frac{3}{32} * \right. \right. \right. \right. \\ \left. \left. * \left(\frac{7m^4}{\eta^3} - \frac{2m^2}{\eta} + 3\eta \right) \right] - \ln \left[\left(\frac{m}{\eta} \cos \varphi_0 + \sqrt{1 - \frac{m^2}{\eta^2} \sin^2 \varphi_0} \right) \left(\frac{m}{\eta} + 1 \right) \frac{1}{4} \left(\frac{\eta^2}{m} + \frac{m^3}{\eta^2} - \frac{\eta^4}{m^3} - m \right) \right] + \frac{1}{2} \left(\frac{m^2}{3\eta} + \frac{\eta}{2} \left(\frac{1}{16} + \frac{\eta^2}{m^3} \right) \right) \right] + \\ + 2 \sqrt{1 - \frac{m^2}{\eta^2} \sin^2 \varphi_0} \left[-\sin^2 2\varphi_0 \frac{\eta}{7} (1 + \eta + m^2) + \left(\frac{m \sin^4 \varphi_0}{15} - \frac{\sin^2 \varphi_0}{15} \right) \left(\frac{3m + 2\eta}{2} - \left(6 - 10 \frac{m^2}{\eta^2} + \frac{2\eta}{3m^2} \right) \left(\frac{1+m}{\eta} + 1 \right) \right) \right] + \\ + \left[\frac{4(1+m)\eta}{3} \left(\frac{2\eta^2}{3m^2} - 1 \right) - 2\eta m \left(\frac{\eta^3}{15m^3} + 1 \right) \right] + \frac{5m}{12} \sin^4 \varphi_0 \cos^2 \varphi_0 + \cos \varphi_0 \left(m \left(1 - \frac{1}{\eta^2} \right) - \eta^2 - 1 \right) - \frac{\cos^3 \varphi_0}{3} * \\ * \left[\left(\frac{1}{\eta^2} + 1 \right) (1 - m^2) m^2 - m^3 \left(5 + \frac{1}{\eta^2} \right) + 1 \right] + m^2 \cos^5 \varphi_0 \left(\frac{1}{15} \eta^2 (1 + 2m + m^2) + \frac{12}{15} + m^2 \right) + \frac{m}{4} * \cos 2\varphi_0 + \frac{\cos^9 \varphi_0}{9} \frac{m^2}{\eta^2} * \\ * (1 - m + m^2) + m^2 \left(2 + \frac{m}{3} + \frac{2m^2}{15} - \frac{2}{45\eta^2} (13 + m + m^2) + \frac{2}{3} + \frac{m}{4} + \eta^2 \right) \right]. \quad (2.43)$$

Для визначення можливостей спрощення формул (2.40; 2.42; 2.43) виконані розрахунки значень сили та моменту різання для певних технологічних умов [16]. Спрощення відбудеться шляхом усунення істотно малих величин, які не суттєво впливають на силові характеристики. З цією метою обрано параметри: радіус деталі $R_d = 6$ мм, радіус інструменту $r_0 = 5,8$ мм (інструмент заздалегідь обирається меншого діаметра для раціонального дослідження процесу), сили навантаження $P_k = 50$ Н і т. ін. В додатку А надані графіки для визначення технологічних параметрів.

2.3.2 Площа контакту інструменту з поверхнею

Площа контакту обумовлює продуктивність процесу, здешевлення обробки за рахунок зменшення часу обробки. Нижче приведено схема контакту інструменту з зовнішньою поверхнею деталі рис. 2.10.

					6.131.221402.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

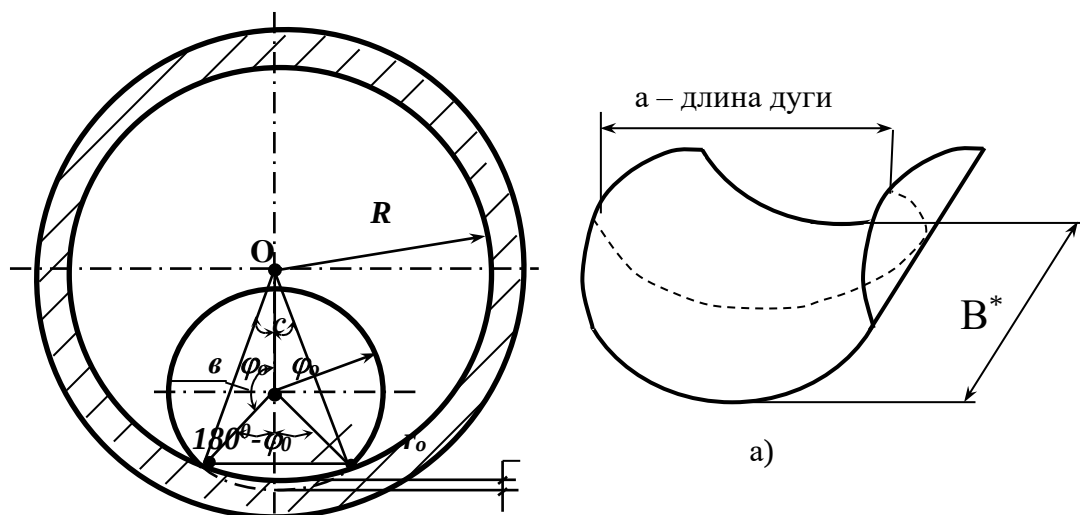


Рисунок 2.10- Схема контакту внутрішньої циліндричної поверхні з ЕПАІ.

а) Пляма контакту в вигляді еліпса, з осями a і B^*

Але конструкція інструменту передбачає, що витки роз положенні під кутом 20° , тому схема контакту виглядає [16]:

При розрахунку плями контакту треба враховувати, що інструмент встановлений під кутом, але в нашому випадку цей кут обумовлений конструкцією. Виходячи з схеми на рис.2.10 розраховуємо ширину плями контакту $\frac{B_{расч.}}{2}$ за формулою[16]:

$$B_{расч.} = \frac{B^* + 2x}{\cos \beta}, \quad (2.44)$$

де B^* - ширина круга.

$2x$ - величина розширення інструменту при контакті з поверхнею.

Пляма контакту розраховується за формулою [16]:

$$S_{конт.} = \frac{r_0 \cdot \varphi_0 \cdot (B + 2x \cos \beta)}{\cos^3 \beta}. \quad (2.45)$$

Розрахунок:

- $\eta = 1,03$; $h = 0,25$ мм; $\varphi_0 = 27,7^\circ$; $\beta = 20^\circ$; $r_0 = 5,8$ мм.

$$S_{конт.} = \frac{0,0058 \cdot 0,48 \cdot (0,002 + 2 \cdot 0,000008 \cos(20))}{\cos^3(20)} = 6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

Такий же розрахунок проводимо для всього гвинтового інструменту. Схема контакту приведена на рис. 2.11 - 2.12.

					6.131.221402.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

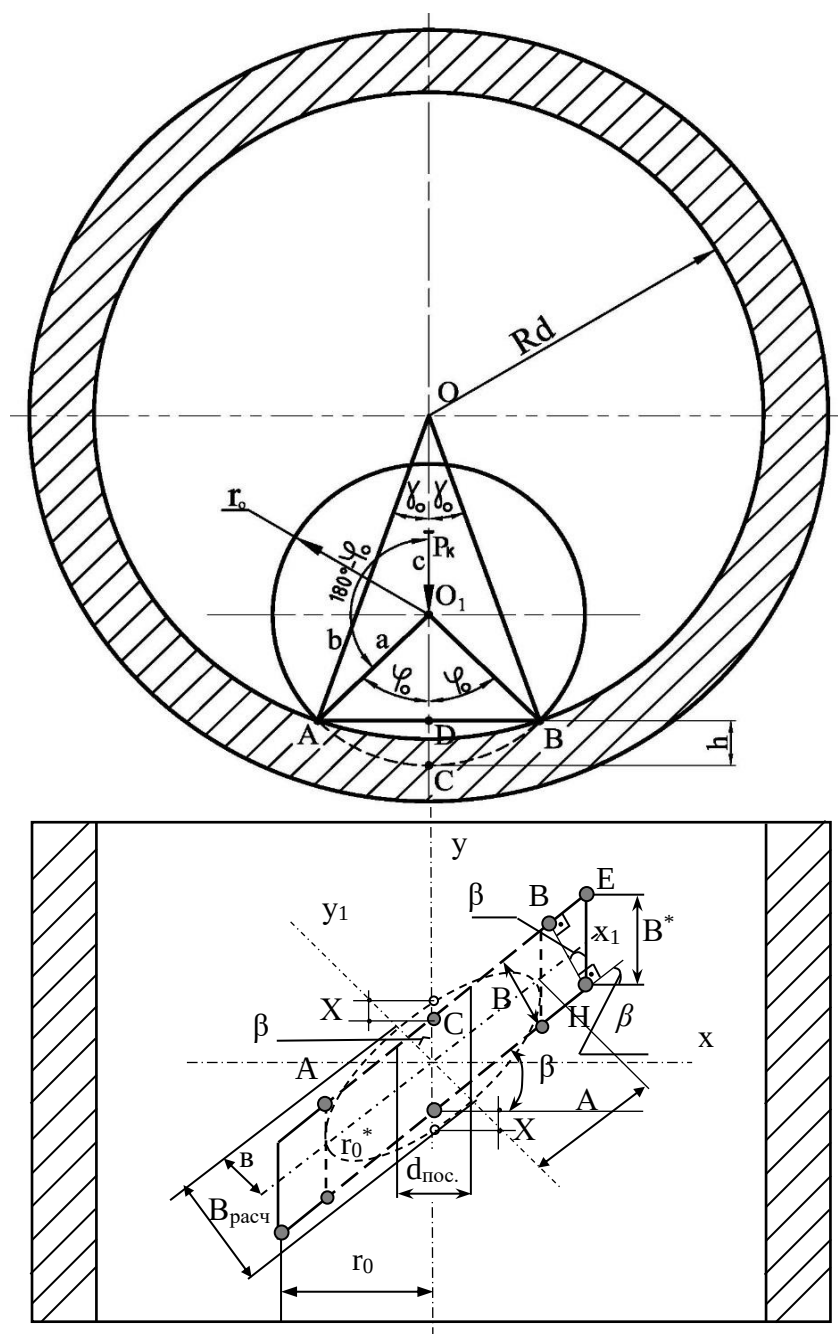


Рисунок 2.11 –Схема контакту внутрішньої циліндричної поверхні і полімер-абразивного круга, волокна якого розташовані до осі під кутом β

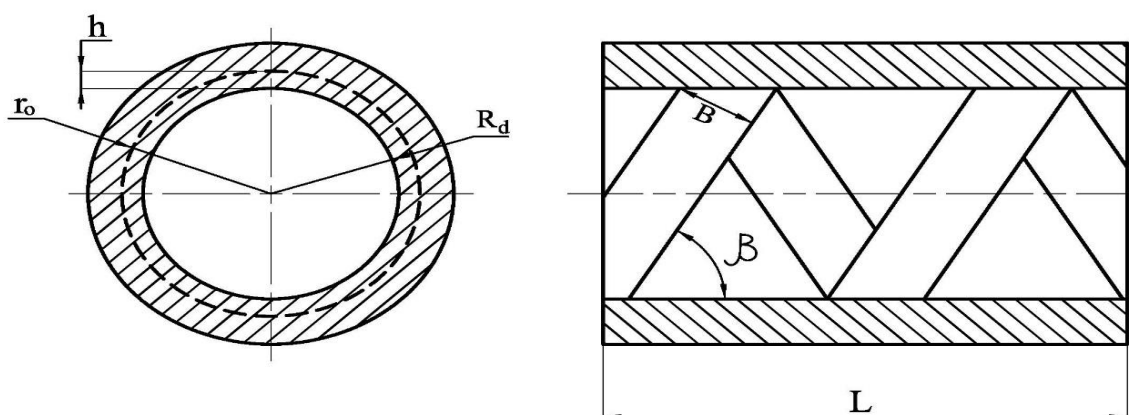


Рисунок 2.12 - Схема контакту внутрішньої циліндричної поверхні з гвинтовим ЕПАІ.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

6.131.221402.ПЗ

Арк.

На рисунку 2.13 подана спрощена модель схеми обробки внутрішньої поверхні заготовки гвинтовим ЕПАІ.

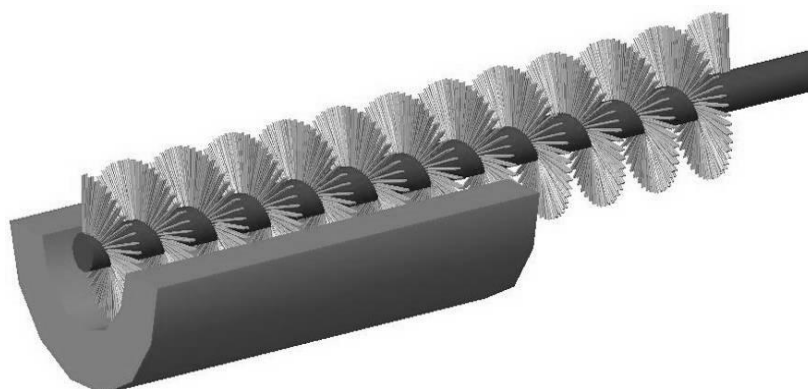


Рисунок 2.13 - Спрощена модель схеми обробки заготовки гвинтовим ЕПАІ
Розрахунок проводимо за формулою [16]:

$$S_{\text{конт.зв}} = \frac{2L(B + 2x \sin \beta)}{\sin 2\beta}, \quad (2.46)$$

де L —довжина оброблюваної поверхні,
 β —кут нахилу гвинтового інструменту.

$$S_{\text{конт.зв}} = \frac{2 \cdot 20 \cdot (0,002 + 2 \cdot 8 \cdot 10^{-6} \sin(20))}{\sin(2 \cdot 20)} = 0,197 \text{ м}^2$$

В додатку А на рис. 2.5-2.14 показані графіки залежності різних параметрів інструмента від параметрів схеми обробки: залежність розширення інструменту в час контакту від початкової деформації; залежність площі контакту одного витка від розширення інструменту в час контакту; залежність сили різання від площі контакту одного витка; залежність моменту різання від площі контакту одного витка; залежність сили різання від площі контакту гвинтового інструменту; залежність моменту різання від площі контакту гвинтового інструменту; залежність площі контакту одного витка інструменту від половини опорного кута; залежність площі контакту гвинтового інструменту від половини опорного кута; залежність площі контакту гвинтового інструменту від розширення інструменту в час контакту; залежність шорсткості від величини деформації інструмента.

Залежність шорсткості від початкової деформації визначено практичним методом. Прогнозована шорсткість на внутрішній циліндричній поверхні [16]:

					6.131.221402.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

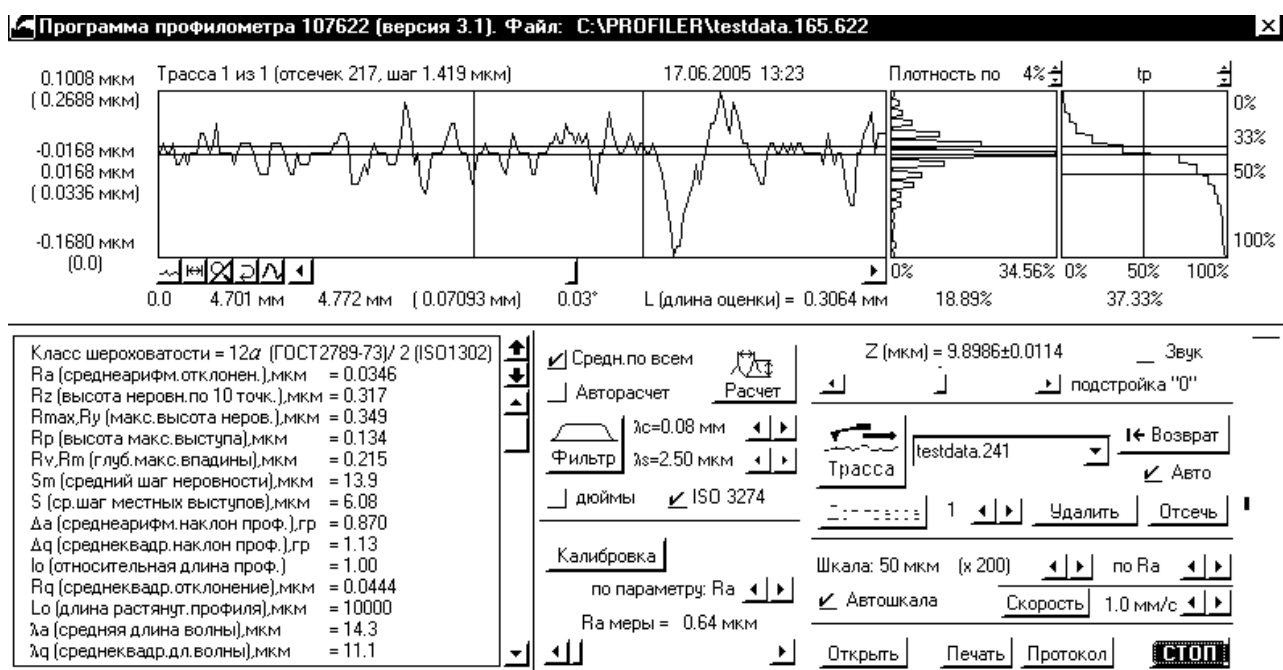


Рисунок 2.9 - Профілограма мікрорельєфу поверхні одного із зразків

Окрім величин силових характеристик, технолога цікавить якість оброблюваної поверхні. Досяжна величина шорсткості по R_a – 0,04 мкм. Хоча якість поверхні не вичерпується характеристиками R_a і R_z . До поняття «якість поверхневого шару» відносяться також, наклеп поверхневого шару, напрям рисок після обробки. В даному випадку нас цікавить напрям рисок після обробки, так як від цього залежить здатність поверхні утримувати змащення в отриманих мікролунках. Після цементування, поверхня має явно направлений характер мікрорельєфу тобто на поверхні деталі присутні риси, по стікає змащування. Для деталей робоча поверхня яких потребує підвищеного змащування, важливо, щоб воно утримувалась довше. Проте, простим поливом справа не вирішується, слід забезпечити поверхні такий мікрорельєф при якому утворюється ізольована лунка, в якій змащення утримується при підвищеному тиску, яке виникає при здавленні двох поверхонь, що сполучаються. Таким характером відповідає матовий мікрорельєф, особливістю якого є наявність такої ізольованої лунки, в якій мастило утримується і не витікає навіть при дуже великому тиску. Забезпечує отримання матового мікрорельєфу гідроабразивна обробка [16], а також обробка ЕПАІ. Проте для отримання матового мікрорельєфу останнім способом необхідно здійснити два проходи інструментом, щоб отримати перетин направлених рисок від інструменту. Таким чином, на операцію доведення призначено гвинтовий ЕПАІ, який забезпечить необхідну шорсткість поверхні та придасть поверхні додаткових властивостей.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

6.131.2214.02.ПЗ

Арк.

2.4 Розробка даних для проектування ділянки

2.4.1 Аналіз вихідних даних для проектування ділянки цеху

1. Початковими даними для проектування ділянки є:
2. Виробнича програма випуску деталей на ділянці, дорівнює 500 шт./рік;
3. Тип виробництва – дрібносерійний;
4. Режим роботи – приймаємо однозмінний режим роботи;
5. Фонд часу роботи обладнання за техпроцесу – $\Phi_d = 3890$ год.;
6. Фонд часу роботи робітників – приймаємо 1820 год.
7. Технологічний процес виготовлення деталі (додаток В)
8. Верстатомістність виготовлення програми випуску деталі $T = 135000$ верстатогодин.

Згідно з розробленими технологічними процесами і прийнятим устаткуванням, розраховуємо кількість основного виробничого устаткування. Визначимо верстатомісткість, яка припадає на виконання річної програми деталі, що розглядається в роботі:

$$T_{\text{дільн.}} = \sum N_x^n \cdot T_{\text{шт.-кальк.}}^{\text{вироб}}, \quad (2.47)$$

де $\sum N_x^n$ – програма випуску виробів на ділянці в рік, шт;

$T_{\text{шт.-кальк.}}^{\text{вироб}}$ – штучно-калькуляційний час виробу, який розглядається у випускній роботі.

$$T_{\text{дільн.}} = 500 \cdot 39,12 = 19560,0$$

В основу розрахунку верстатомісткості приймаємо верстатомісткість $T_{\text{дет.}}$, яка визначається за формулою [21]:

$$T_{\text{верст.}} = T_{\text{дет.}} \cdot K_{\text{м.о.}}, \quad (2.48)$$

де $K_{\text{м.о.}}$ – середній коефіцієнт багатOVERSTATного обслуговування за типом виробництва, середньосерійний – 1,5...1,8.

$$T_{\text{верст.}} = 39,12 \cdot 1,8 = 70,4$$

Тоді на виробництво інших деталей, відмінних від тої, що розглядається в роботі, припадає наступна кількість верстатогодин:

$$T_{\text{ін.дет.}} = T_{\text{дільн.}} - T_{\text{дет.}} \quad (2.49)$$

$$T_{\text{ін.дет.}} = 19560 - 70,4 = 19489,6$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

6.131.221402.ПЗ

2.4.2 Розрахунок кількості виробничого устаткування ділянки

Згідно розробленим технологічним процесом і прийнятому устаткуванню, розраховуємо кількість основного виробничого устаткування. Враховуючи тип виробництва деталей і форму організації праці, що склалася на базовому підприємстві, приймаємо на механічній ділянці цеху розташування верстатів по видах устаткування [17]. Організовуємо наявність токарних універсальних верстатів; токарних верстатів з ЧПК; фрезерних; свердлувальних; слюсарних і ін. З огляду на те, що ділянка випускає не лише деталь, що розглядається у роботі детально, а й інші, чий технологічний процес та норми штучно-калькуляційного часу точно не відомі, але ці деталі подібні до тої, що розглядається.

Загальну кількість верстатів ділянці приймаємо з виразу [17]:

$$C_{пр.загал} = \frac{T}{\Phi_d \cdot K_{зср.}}, \quad (2.50)$$

де T – верстатомісткість річного випуску всіх виробів, які складають виробничу програму ділянки, верстатогодин;

$K_{зср.}$ – середній коефіцієнт завантаження по ділянці, для серійного 0,8;

Φ_d – фонд часу роботи устаткування (обирається відповідно до типу виробництва та типу верстатів).

$$C_{пр.загал} = \frac{135000}{3890 \cdot 0,8} = 43,4$$

Кількість прийнятого обладнання $C_{пр.}=43$ шт.

Загальну кількість верстатів, які задіяні у виробництві деталі, що розглядається у роботі, визначимо за виразом:

$$C_{пр.ПД} = \frac{T_{дет}}{\Phi_d \cdot K_{зср.}}, \text{ шт.} \quad (2.51)$$

де $T_{дет}$ – верстатоемність річного випуску в верстатогодинах деталей, які розглядаються в роботі;

$$C_{пр.загал} = \frac{434,75}{3890 \cdot 0,8} = 0,131$$

					6.131.221402.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо Спр.= 1шт. Тобто для виконання такої кількості верстато-годин цілком достатньо і одного верстата, проте техпроцес включає декілька видів обробки і кількість верстатів по типах для розробленого технологічного процесу визначимо точно за операційним часом. Для цього необхідно підрахувати трудомісткість кожної операції для виконання виробничої річної програми деталі (табл.2.7).

Таблиця 2. 7 – Верстатоемність технологічних операцій деталі

1	Токарна з ЧПК	Mazak integrex-200-IV-S	4,67	38,9	0,011759
2	Токарна з ЧПК	Mazak integrex-200-IV-S	1,55	12,89417	0,003778
3	Вертикально-свердлильна	2A150	5,19	43,3	0,012679
4	Внутрішліфувальна	Верт фрез. обр. центр с ЧПУ TAJMAC ZPS MCFV 1260	3,42	28,5	0,00836
5	Внутрішліфувальна	3K225B	1,78	123,6	0,03621
6	Круглошліфувальна		8,38	69,8	0,020458
7	Токарна з ЧПК	Mazak integrex-200-IV-S	4,46	37,2	0,011249
8	Внутрішліфувальна	3K225B	1,66	13,8	0,004042
9	Внутрішліфувальна	3K225B	3,56	29,7	0,008969
10	Внутрішліфувальна	3K225B	4,46	37,1	0,01123
			39,12	434,75	
					0,131483

$$C_{\text{ток.зЧПК}} = \frac{38,9 \cdot 500}{3890 \cdot 0,8 \cdot 60} = 0,012 \approx 1 \text{шт.}$$

$$C_{\text{ток.зПК}} = \frac{12,89 \cdot 500}{3890 \cdot 0,8 \cdot 60} = 0,004 \approx 1 \text{шт.}$$

$$C_{\text{вертсверд.}} = \frac{43,3 \cdot 500}{4015 \cdot 0,8 \cdot 60} = 0,01 \approx 1 \text{шт.}$$

$$C_{\text{внутрішліф}} = \frac{25,8 \cdot 500}{4015 \cdot 0,8 \cdot 60} = 0,008 \approx 1 \text{шт.}$$

$$C_{\text{внутрішліф}} = \frac{123,6 \cdot 500}{4015 \cdot 0,8 \cdot 60} = 0,04 \approx 1 \text{шт.}$$

$$C_{\text{круглошліф}} = \frac{69,8 \cdot 500}{4015 \cdot 0,8 \cdot 60} = 0,02 \approx 1 \text{шт.}$$

$$C_{\text{ток.зЧПК}} = \frac{37,2 \cdot 500}{3890 \cdot 0,8 \cdot 60} = 0,011 \approx 1 \text{шт.}$$

					6.131.221402.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{\text{внутрішніф}} = \frac{13,8 \cdot 500}{4015 \cdot 0,8 \cdot 60} = 0,004 \approx 1 \text{шт.}$$

$$C_{\text{внутріш}} = \frac{29,7 \cdot 500}{4015 \cdot 0,8 \cdot 60} = 0,009 \approx 1 \text{шт.}$$

$$C_{\text{внутріш}} = \frac{37,1 \cdot 500}{4015 \cdot 0,8 \cdot 60} = 0,011 \approx 1 \text{шт.}$$

Це кількість верстатів, моделі яких визначаються за розробленим техпроцесом. Кількість верстатів та їх моделі для написаного технологічного процесу можна визначити за самим техпроцесом або за штучно-калькуляційним часом кожної операції та виразом (2.51). Для цього необхідно підрахувати трудомісткість кожної операції для виготовлення виробничої річної програми деталі, що розглядається. Склад та кількість інших верстатів (для виконання частки виробничої програми дільниці, що залишилася) приймаємо згідно їх розташування по групах та у відсотковому відношенні, прийнятому на базовому підприємстві [17] (враховуючи, що розрахунок ведеться від загальної кількості верстатів на дільниці, тобто у результат вже входить та кількість верстатів, що визначена для техпроцесу. При призначенні моделей верстатів враховуємо моделі, призначені раніше):

Визначаємо коефіцієнт завантаження за типом верстата:

$$K_z = \frac{C_{\text{р.за_типом_верстата}}}{C_{\text{пр.}}}, \quad (2.52)$$

Прийняте основне виробниче обладнання й коефіцієнт завантаження представляємо у вигляді таблиці 2.8.

Таблиця 2. 8 – Верстати за типом обладнання

Тип обладнання	Відсоток, %	Відсоткове співвідн.	Ср	Спр	Кз
1	2		3	4	5
Універсальні токарні	25%	0,25	10,75	11	0,98
Токарні з ЧПК	10%	0,1	4,3	4	1,08
Токарні - револьверні	17%	0,17	7,31	7	1,04
Фрезерні	13%	0,13	5,59	6	0,93
Фрезерні з ЧПК	2%	0,02	0,86	1	0,86
Розточувальні	5%	0,05	2,15	2	1,08
Свердлильні	13%	0,13	5,59	6	0,93
Свердлильні з ЧПК	2%	0,02	0,86	1	0,86
Шліфувальні	10%	0,1	4,3	4	1,08
Резенарізні	1%	0,01	0,43	1	0,43
Зубообробні	2%	0,02	0,86	1	0,86
Універсальні токарні верстати 25%:					
Итого	100%.	1	43	44	10,12
6.131.2214.02.ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Арк.

$C_p=43 \cdot 0,25=10,75$ верст. $C_{np.}=11$ верст.; $K_3=10,75/11=0,98$

Токарні верстати з ЧПК 10%:

$C_p=43 \cdot 0,1=4,3$ верст. $C_{np.}=4$ верст.; $K_3=4,3/4=1,08$

Токарно – револьверні верстати 17%:

Приймаємо $C_{np.}=44$ шт.

$C_p=43 \cdot 0,17=7,31$ верст. $C_{np.}=7$ верст.; $K_3=7,31/7=1,04$

Фрезерні верстати 13%

$C_p=43 \cdot 0,10=5,59$ верст. $C_{np.}=6$ верст.; $K_3=5,59/6=0,93$

Фрезерні верстати з ЧПК 2%

$C_p=43 \cdot 0,02=0,86$ верст. $C_{np.}=1$ верст.; $K_3=0,86/1=0,86$

Розточувальні верстати 5%:

$C_p=43 \cdot 0,05=2,15$ верст. $C_{np.}=2$ верст.; $K_3=2,15/2=1,04$

Шліфувальні верстати 10%:

$C_p=43 \cdot 0,1=4,3$ верст. $C_{np.}=4$ верст.; $K_3=4,3/4=1,075$

Свердлильні верстати 13%:

$C_p=43 \cdot 0,13=5,59$ верст. $C_{np.}=6$ верст.; $K_3=5,59/6=0,93$

Свердлильні верстати з ЧПК 2%:

$C_p=43 \cdot 0,02=0,86$ верст. $C_{np.}=1$ верст.; $K_3=0,86/1=0,86$

Різеобробні верстати 1 %:

$C_p=43 \cdot 0,01=0,43$ верст. $C_{np.}=1$ верст.; $K_3=0,43/1=0,43$

Зубообробні 2%.

$C_p=43 \cdot 0,02=0,86$ верст. $C_{np.}=1$ верст.; $K_3=0,86/1=0,86$

Разом 44 шт.

При розрахунку робочих $K_{зсер}^{діл}=0,8$ – приймаємо таким, як при розрахунку обладнання.

Прийняте основне виробниче устаткування заносимо в звідну відомість устаткування дільниці приведену в таблиці В.1 (див. додаток В).

2.4.3 Розрахунок кількості робочих ділянки цеху

Всі працівники дільниці цеху підрозділяються на наступні категорії:

1. Виробничі робітники (верстатники, слюсарі), зайняті виготовленням виробів, які складають виробничу програму.

2. Допоміжні робітники, що безпосередньо не беруть участь у виготовленні продукції, але що забезпечують нормальну роботу виробничих робітників (ремонтники, налагоджувальники, транспортні робітники, комірник, контролери ВТК, налагоджувальники нового устаткування і ін.).

3. Службовці – інженерно-технічні працівники (ІТР), рахунково-конструкторський персонал (РКП).

					6.131.2214.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Молодший обслуговуючий персонал.

Розраховуємо кількість робочих дільниці цеху по професіях за формулою:

$$P_{ст} = \frac{\Phi_0 \cdot C_{пр.} \cdot K_{з \text{ за типом верстата}}}{\Phi_p \cdot K_m}, \quad (2.53)$$

де K_m – коефіцієнт багатOVERстатного обслуговування за видом устаткування, для універсальних верстатів $K_m=1$, напівавтомати, автомати та верстати з ЧПК $K_m=2 \dots 3$, зубообробні верстати $K_m=4 \dots 5$;

$C_{пр}$ – прийнята кількість верстатів даного типу;

$K_{зпр}$ – коефіцієнт завантаження верстатів даного виду.

Φ_p – дійсний річний фонд часу роботи робочого, приймаємо $\Phi_p=1820$ годин/рік;

Φ_0 – дійсний річний фонд часу роботи верстатів даного виду.

$$P_{ст}^{ток} = \frac{4060 \cdot 11 \cdot 0,98}{1820 \cdot 1} = 24,5 \approx 25 ;$$

$$P_{ст}^{револьвер} = \frac{4015 \cdot 7 \cdot 1,04}{1820 \cdot 1} = 16,98 \approx 17 ;$$

$$P_{ст}^{ток,чПУ} = \frac{3890 \cdot 4 \cdot 1,08}{1820 \cdot 2} = 4,14 \approx 4 ;$$

$$P_{ст}^{розточ} = \frac{4015 \cdot 2 \cdot 1,04}{1820 \cdot 2} = 2,42 \approx 2 ;$$

$$P_{ст}^{фрез} = \frac{4060 \cdot 6 \cdot 0,93}{1820 \cdot 1} = 14,72 \approx 15 ;$$

$$P_{ст}^{фрез-з-ЧПК} = \frac{4060 \cdot 1 \cdot 0,86}{1820 \cdot 2} = 0,96 \approx 1$$

$$P_{ст}^{шлиф} = \frac{4015 \cdot 4 \cdot 1,075}{1820 \cdot 2} = 4,4 \approx 4 ;$$

$$P_{ст}^{свер.} = \frac{4015 \cdot 6 \cdot 0,93}{1820 \cdot 1} = 12,57 \approx 13 ;$$

$$P_{ст}^{свер,ЧПК} = \frac{3890 \cdot 1 \cdot 0,86}{1820 \cdot 2} = 0,94 \approx 1 ;$$

$$P_{ст}^{резьбообр} = \frac{4015 \cdot 1 \cdot 0,43}{1820 \cdot 2} = 1,04 \approx 1 ;$$

$$P_{ст}^{зубообр} = \frac{4015 \cdot 1 \cdot 0,86}{1820 \cdot 4} = 0,48 \approx 1.$$

Разом 84 виробничих робітників. Всі отримані дані зводимо в таблицю 2.9.

					6.131.221402.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.9 – Відомість розрахунку виробничих робочих

Професії	Кількість обладнання	Коефіцієнт багатOVERстатного обслуговування	Кількість робітників	
			Розрахункова	Прийнята
1	2	3	4	5
Токарі	11	1,0	24,5	25
Токарі на верстатах з ЧПК (оператори)	4	2,0	4,14	4
Токарі револьверники	7	1,0	16,98	17
Фрезерувальники	7	1,0	14,72	15
Фрезерувальники на верстатах з ЧПК	1	2,0	0,96	1
Розточники	2	2,0	2,42	2
Шліфувальники	4	2,0	4,4	4
Свердлувальники	6	1,0	12,57	13
Свердлувальники на верстатах з ЧПК (оператори)	1	2,0	0,94	1
Різеобробники	1	2,0	1,04	1
Зубообробники	1	2,0	0,48	1
Всього на дільниці цеху	44		83,15	84

Кількість робочих слюсарів приймається в процентному співвідношенні до кількості виробничих робітників [17] - 5%:

$$P_{ст}^{слюсар} = 84 \cdot 0,05 = 4,2 \text{ чол.}$$

Приймаємо $P_{ст}^{слюсар} = 4$ чол.

Загальна кількість виробничих робітників складає – 88 чоловіка.

Чисельність ІТР, до яких відносяться старші і змінні майстри, інженери і техніки-технологи, інженери і техніки-нормувальники, інженери і техніки-інструментальники, конструктори, диспетчери та ін., складає 6-9% від кількості всіх робочих дільниці цеху. Оскільки в технологічних процесах використовуються верстати з ЧПК, то кількість ІТР приймається з розрахунку 25 чоловік на 100 верстатів з ЧПК. Тому з загальної кількості ІТР визначаємо кількість ІТР для обслуговування верстатів з ЧПК, тоді 8% від 88 осіб – 7 осіб. З них для нашого прикладу при наявності 6 верстатів з ЧПК на дільниці, кількість ІТР складає 2 людини.

Кількість допоміжних робочих складає 20% від основної кількості виробничих робочих, що складає $88 \cdot 0,2 = 17,6$ чол. Приймаємо 18 чол., з них визначимо кількість контролерів БТК приймаємо в кількості 10% від кількості ІТР, тоді для нашого прикладу $7 \cdot 0,01 = 0,07$ чол. приймаємо 1 людину.

Чисельність РКП (4-6%), до якого відносяться старший бухгалтер, бухгалтери, рахівники, діловоди, табельники, обліковці і ін., складає 4-15 чоловік залежно від загального числа робочих цеху. Приймаємо $84 \cdot 0,04 = 3,36$ чол. приймаємо 3 чол.

					6.131.2214.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Чисельність МОП (2-3%) (прибиральники, гардеробники, кур'єри), так само, як і чисельність РКП, визначається залежно від загального числа робітників дільниці цеху.

Приймаємо $88 \cdot 0,02 = 1,76$ чол. приймаємо 2 чол.

Підмінний штат обирається в кількості 8-12% від загальної кількості робітників на дільниці.

Приймаємо $88 \cdot 0,1 = 8,8$ чол. приймаємо 9 чол.

2.4.4 Розрахунок виробничої площі ділянки цеху

Площа дільниці цеху по своєму призначенню є виробничою площею цеху. Виробничою площею вважається площа, зайнята верстатами, верстаками, стендами між операційного складання, проходами і проїздами між рядами верстатів (не магістральних), майданчиками складування заготовок біля верстатів і транспортними системами. При визначенні виробничої площі дільниці цеху використовуємо укрупнений метод. Але після проектування необхідно внести корективи до виробничої і загальної площі цеху (реальна площа після розстановки устаткування).

Виробнича площа дільниці цеху дорівнює:

$$S_{\text{пр.дільн}} = C_{\text{пр.общ}} \cdot s \quad (2.54)$$

де s – питома виробнича площа на один верстат, м^2 .

Величина s складає:

- для малих верстатів (габарити до 1800x800 мм) – 10-12 м^2 ;
приймаємо 11 м^2 ; - 23 верстатів;
- для середніх верстатів (габарити до 4000x2000 мм) – 15-25 м^2 ;
приймаємо 20 м^2 ; 29 верстатів;
- для крупних верстатів (габарити до 8000x4000 мм) – 25-70 м^2 ,
приймаємо 50 м^2 0 верстатів.

$$S_{\text{пр.мал}} = 11 \cdot 23 = 253 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{пр.сер2}} = 20 \cdot 39 = 780 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{пр.кр3}} = 0 \cdot 50 = 0 \text{ м}^2$$

Загальна площа механічної дільниці: $253 + 780 = 1033 \text{ м}^2$.

Виробнича площа дільниці цеху дорівнює:

$$S_{\text{пр.дільниці_цеху}} = 1033 \text{ м}^2$$

					6.131.221402.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При виконанні планування ділянки цеху реальна площа може бути менше за рахунок двоповерхової адміністративно-конторської будівлі.

Приймаємо для компонування цеху сітку колон. Межу виробничої ділянки виконуємо пунктирною лінією з вказівкою площі ділянки.

Ширину проходів приймаємо рівною 3м. Шаг зовнішніх рядів колон приймаємо – 6 м, шаг внутрішніх колон приймаємо рівним 12 м.

Довжина ділянки при ширині 36 м та наявності проходу шириною 3 м складає 42 м, що становить 7 шагів колон по стіні цеху. У будівлі має бути виконаний температурний шов через кожні 72 м довжини.

Таблиця 2.10 – Зведена відомість складу робітників, необхідних для обслуговування ділянки

Групи робітників	Кількість робітників			Обґрунтування розрахунку
	Всього	1 зміна	2 зміна	
1	2	3	4	5
Виробничих робітників:				Згідно формули 2.53
Токарі	25	18	7	
Токарі на верстатах з ЧПК (оператори)	4	3	1	
Токарі revolverники	17	10	7	
Фрезерувальники	15	9	6	
Фрезерувальники на верстатах з ЧПК (оператори)	1	1	-	
Розточники	2	1	1	
Шліфувальники	4	3	1	
Свердлувальники	13	8	5	
Свердлувальники на верстатах з ЧПК (оператори)	1	1	-	
Різеобробники	1	1	-	
Зубообробники	1	1	-	
Слюсарі	4	3	1	5% від виробничих робітників
	88	59	29	Число робітників ділянки за всіма верстатами
Допоміжні робітників	17	11	6	10 % від виробничих робітників
Разом робітників	105	70	35	
ІТР	2	1	1	25 чол. На 100 верстатів з ЧПК (на ділянці їх 7)
РКП	3	2	1	4% від робітників
МОП	2	1	1	2% від робітників
Підмінний штат	9	6	3	10 % від робітників
Всього робочих	121	80	41	Число робітників ділянки

2.5 Розрахунок технологічної собівартості продукції

Відповідно до завдання на виконання випускної роботи об'єктом проектування є механоскладальна ділянка в умовах машинобудівного підприємства, на якому виробництво деталей даного типу складає у рік 500 шт. Тип виробництва – дрібносерійний.

В представлений роботі пропонується застосувати нові прогресивні технології виготовлення деталей шляхом:

- концентрація операцій і переходів на одному верстаті з ЧПУ, тобто перехід до малостадійного технологічного процесу через поєднання в одному технологічному агрегаті кількох операцій, що раніше робилися окремо.

Економічне обґрунтування застосування в технологічному процесі тимчасових технологічних рішень: підвищення продуктивності праці за рахунок основного і допоміжного часу, так як весь цикл обробки, автоматизований; можливість багатоверстатного обслуговування; можливість залучення працівників більш низької кваліфікації; зниження витрат на пристосування та вимірювальні пристрої; зниження собівартості.

Технологічна собівартість визначається за формулою [2]:

$$C = M + Z + Z_n + Q_a + Q_p + \Pi + U_p + U_M + \Xi_{об} + A_{пл} + M_{всп}, \quad (2.55)$$

де M – вартість заготовки з урахуванням реалізованих відходів;

Z – заробітна плата виробничих робітників з урахуванням витрат по соціальному страхуванню і на додаткову заробітну плату;

Z_n – заробітна плата наладчика в серійному виробництві;

Q_a – витрати на амортизацію обладнання;

Q_p – витрати на ремонт обладнання;

Π – витрати на експлуатацію та амортизацію спец. пристосувань;

U_p – витрати на амортизацію і ремонт ріжучого інструменту;

U_M – витрати на експлуатацію та амортизацію вимірювального інструменту;

E – витрати на силову електроенергію, повітря і технічну воду;

$A_{пл}$ – витрати на утримання виробничих приміщень;

$M_{всп}$ – витрати на допоміжні матеріали.

Витрати на основні матеріали. Витрати на основні матеріали розраховуються за формулою [2]:

$$M = Q_3 S_k K_T - q S_{отх}, \text{ грн.}, \quad (2.56)$$

де S_k – оптова ціна за 1 кг заготовки за прейскурантом, грн;

K_T – коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати;

					6.131.221402.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

q – маса реалізованих відходів, кг;

$S_{отх}$ – ціна за 1 кг відходів, грн.

Розрахунок витрат на основні матеріали проведений у пункті 1.2.1 на основі якого обрано найбільш доцільний спосіб отримання заготовки.

Витрати на заробітну плату. Основна заробітна плата містить за-витрати на оплату праці робітників, безпосередньо зайнятих на виготовлення продукції. Вона розраховується згідно з нормами витрат часу на виконання технологічних операцій і тарифними ставками.

Основна заробітна плата верстатника визначається [2]:

$$З_о = O_o \cdot T_{шк}, \text{ грн}, \quad (2.57)$$

де O_o – основна зарплата верстатника за 1 хв., грн.

$T_{шк}$ – трудоємність виготовлення, хв.

Розрахунок основної заробітної плати зведено у таблиці 2.11.

У додаткову заробітну плату виробничих робітників відносяться виплати, передбачені договорами і контрактами, які складають 8%-12% від основної заробітної плати.

$$З_{доп} = З_{ос} \cdot 0,08 \quad (2.58)$$

Таблиця 2. 11 – Розрахунок основної заробітної плати

№ оп.	Назва операцій	$T_{шт.-к.}$ хв	$T_{шт.-к.}$ год.	Розряд	Тариф, грн./год	Розцінка, грн.
1	Заготовельна					0,00
2	Токарна з ЧПК	4,67	0,078	5	49,13	3,82
3	Токарна з ЧПК	1,55	0,026	5	49,13	1,27
4	Вертикально-свердильна	5,19	0,087	4	35,95	3,11
5	Внутрішліфувальна	3,42	0,057	4	35,95	2,05
6	Внутрішліфувальна	1,78	0,030	4	35,95	1,07
7	Круглошліфувальна	8,38	0,140	4	35,95	5,02
8	Токарна з ЧПК	4,46	0,074	5	49,13	3,65
9	Внутрішліфувальна	1,66	0,028	4	35,95	0,99
10	Внутрішліфувальна	3,56	0,059	4	35,95	2,13
11	Внутрішліфувальна	4,46	0,074	4	35,95	2,67
	Разом:	39,13	0,65			25,79

Відрахування від заробітної плати виробничих робітників визначаємо у відповідності з встановленою нормою 38,75% до витрат на заробітну плату виробничих робочих (основну і додаткову). Вони включають відрахування в пенсійний фонд, на соціальне страхування, на соціальне страхування від нещасного випадку та у фонд зайнятості.

					6.131.221402.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$H_3 = (3_{oc} + 3_{доп}) \cdot 0,3875 \quad (2. 59)$$

Основна заробітна плата наладчика з розрахунку обслуговування 4 – х верстатів:

$$3_n = 0,25 \cdot O_n \cdot T_{шк}, \text{ грн}, \quad (2. 60)$$

де O_n – основна заробітна плата наладчика за 1 хв., грн. Розрахунок загальної заробітної плати зведений в таблицю 2.12.

Витрати на амортизацію обладнання на продукцію, що виготовляється деталь визначаються за формулою [2]:

$$Q_a = \frac{Q_{ст}}{60 F_{\phi} \eta_3} T_{шт-к}, \quad (2. 61)$$

де $Q_{ст}$ – щорічні амортизаційні відрахування, грн.

Таблиця 2. 12 – Розрахунок заробітної плати

Показник	
основна зарплата	39,45
додаткова зарплата	3,16
обов'язкові відрахування	16,51
заробітна плата (основна і додаткова)	59,12
з відрахуваннями (3)	3,98

$$Q_{ст} = K_{об}/n, \quad (2.62)$$

де n – норма амортизації основних засобів (для обладнання $n = 5$ років)

$K_{об}$ – вартість обладнання з урахуванням пусконаладжувальних робіт

$K_{об} = 1,32 \cdot Ц_{об}$ ($Ц_{об}$ – вартість обладнання)

F_d – річний фонд роботи обладнання;

η_3 – коефіцієнт завантаження устаткування в часі.

Витрати на ремонт і експлуатацію устаткування. Аналогічно визначаються витрати на ремонт та утримання верстата з розрахунку 10 % від вартості обладнання на рік [1].

$$Q_p = \frac{K_{об} \cdot 0,1}{60 F_{\phi} \eta_3} T_{шт-к}, \quad (2. 52)$$

Витрати на експлуатацію та амортизацію спеціальних пристосувань визначаються за формулою [2]:

					6.131.221402.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Pi = \frac{(a_1 + a_2) \cdot S_{np}}{100 \cdot N_{год}}, \quad (2.53)$$

де a_1 – річні відрахування на амортизацію пристосування (25% від витрат на його виготовлення);

a_2 – витрати на ремонт (10%);

S_{np} – вартість пристосування (пункт 2.2.5);

$N_{год}$ – кількість деталей, оброблюваних на рік за допомогою цього пристосування.

Витрати на експлуатацію та амортизацію ріжучих інструментів при повному використанні визначають за формулою [2]:

$$U_p = \sum_1^k \frac{S_{p.и.} + m S_{пер}}{T_{мин}(1+m)} T_o, \quad (2.54)$$

де $S_{p.и.}$ – первісна ціна ріжучого інструменту;

m – число переточувань до повного зносу;

$S_{пер}$ – вартість однієї переточки;

$T_{хв}$ – стійкість інструменту між двома переточуваннями (хв);

T_o – основне (машинне) час;

k – число інструментів на операції.

Витрати на електроенергію розраховуються за формулою [2]:

$$\Xi = N_{э} \cdot K_n \cdot \eta_N \cdot \eta_{to} \cdot t_n (1/\eta_{дв}) \cdot C_{э} \quad (2.55)$$

де $N_{э}$ – потужність встановлених електродвигунів, кВт;

$\Sigma N \cdot T_{шт пр} = 122 \cdot 0,65 = 79,6$ кВтч

K_n – коефіцієнт втрат в мережі ($K_n \sim 1.1$);

η_N – коефіцієнт завантаження силової установки по потужності (0,5);

η_{to} – коефіцієнт використання силової установки по часу ($\eta_{to} \approx 0,7$);

t_n – норма часу, що витрачається на виконання цієї операції, час;

$\eta_{дв}$ – к. п. д. електродвигунів ($\eta_{дв} \approx 0,88$);

$C_{э} = 12$ – собівартість 1 кВт-год електроенергії, грн. [18];

У даній роботі при розрахунках собівартості варіантів технологічних процесів витрати на амортизацію і ремонт різального та вимірювального інструменту, на утримання виробничих приміщень, на допоміжні матеріали змінюються незначно, тому при розрахунках ці показники можна не враховувати. На підставі розрахунків складаємо таблицю 2.13 собівартості продукції, в якій представляємо розрахунок собівартості одиниці продукції.

					6.131.221402.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2. 13 – Собівартість одиниці продукції

№ п/п	Стаття калькуляції	
1	Вартість заготовки з урахуванням реалізованих відходів	23,42
2	Заробітна плата виробничих робітників з урахуванням витрат по соціальному страхуванню і на додаткову заробітну плату	38,6
3	Заробітна плата наладчика в серійному виробництві	2,2
4	Витрати на амортизацію обладнання	14,1
5	Витрати на ремонт устаткування	7,1
6	Витрати на експлуатацію та амортизацію спец. пристосувань	59,5
7	Витрати на амортизацію і ремонт ріжучого інструменту	0,0
8	Витрати на експлуатацію та амортизацію вимірювального інструменту	0,0
9	Витрати на силову електроенергію	417,7
10	Витрати на допоміжні матеріали	0,0
	Загальна собівартість деталі	562,7

Таким чином, собівартість виготовлення продукції становить **562,7** грн.

					6.131.2214.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Конституція України [19] гарантує всім громадянам безпечні і нешкідливі умови праці на кожному робочому місці (Ст.18). Виходячи з цього, керівник або власник підприємства зобов'язаний забезпечити збереження здоров'я і життя працівників, удосконалювати технології і устаткування, постійно упроваджувати передові методи організації охорони праці.

Державну політику в галузі охорони праці закріплено законом України «Про охорону праці» (стаття 4, 154, 155) і вона базується на пріоритеті життя й здоров'я працівників відповідно результатів виробничої діяльності підприємства, повної відповідальності власника за створення безпечних і нешкідливих умов праці [20].

Метою розділу «Охорона праці та захист навколишнього середовища» даної випускної роботи є розробка заходів щодо усунення негативного впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів на здоров'я працюючих на дільниці механічного цеху та організація виробничого процесу з забезпеченням захисту навколишнього середовища. Розглядається шкідливий вплив від роботи механічної дільниці, який полягає у викидах в атмосферу від металорізального обладнання, у воду – від стічних вод та у ґрунт – у вигляді твердих відходів.

3.1 Загальна характеристика умов праці

Спроектована механічна ділянка відноситься до механічного цеху машинобудівного підприємства, яке побудоване із залізобетону згідно ДБН В.2.2-28:2010 [21]. Виробниче обладнання розташовано на першому поверсі. Довжина виробничого приміщення (дільниці) складає близько 36 м., а ширина – 36 м. При цьому висота приміщення становить 6 м. Механічний цех має ширину 54 м, довжину 72 м. Адміністративні та побутові приміщення розташовані на третьому поверсі. Наведені параметри приміщення відповідають діючим нормам. Дане підприємство відноситься до групи металургійних, машинобудівних та металообробних підприємств і виробництв.

Так на спроектованій механічній дільниці механічного цеху виготовляються деталі пари тертя блоку обмежувача тиску, а саме гільза. Маса деталі, що розглядається – 0,06 кг. Для виготовлення подібних деталей загалом використовуються токарні верстати з ЧПК, свердлильні, внутрішньошліфувальні, круглошліфувальні. Загальна кількість верстатів на дільниці – 41 шт. Площа дільниці – 1296 м².

					6.131.221402.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Лисогор М.Я.			ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ		
Перевір.		Незруб С.Л.					
Реценз.		Романько Я.В.					
Н. Контр.		Бончук С.В.					
Затверд.		Незруб С.Л.					
					Літ.	Арк.	Аркцшів
					МОНУ УДУНТ Каф. ТМ Гр.ІМ01-22т		

В даному технологічному процесі виготовлення тіла обертання існують наступні шкідливі та небезпечні фактори: механічні, які характеризуються кінетичною та потенціальною енергією та механічним впливом на людину; електричні – електричний струм; хімічні – наявність шкідливих домішок в повітрі. Найбільш істотний вплив на організм людини надають наступні шкідливі фактори: шум, вібрація, мікроклімат та електричний струм. Під час виконання технологічного процесу саме гілки притаманні наступні шкідливі виробничі чинники:

При виконанні даних технологічних процесів вірогідність виробничого травматизму має місце, це пов'язано з наступними виробничими чинниками:

- поразка погано закріпленою деталлю, інструментом або рухомими частинами верстата;
- поразка металевою стружкою при обробці заготовки на верстаті;
- поразка електричним струмом;
- поразка шкірного покриву в результаті попадання на нього МОР;
- поразка дихальних шляхів в результаті попадання в них МОР і металевому пилу із-за поганої вентиляції;
- недостатня освітленість робочого місця.

Механічний цех знаходиться на рівнинній піднесеній площадці, у степовій зоні з помірним кліматом. Площадка відкрита з усіх боків, що забезпечує достатнє, природне освітлення. Згідно ДСП 173 – 96 [22], цех відноситься до металообробного виробництва V класу шкідливості, для якого розміри санітарно-захисної зони становлять 50 метрів. Побутові й службові приміщення спроектовані безпосередньо в будинку цеху.

Відповідно до ДСН-3.3.6.042-99 [23] по категорії робіт, які виконуються залежно від загальних енерговитрат організму можна віднести до категорії II-а (енерговитрати від 176-232 Вт (151-200 ккал/год.), тобто, у цеху будуть виконуватися роботи пов'язані з ходьбою, переміщенням і перенесенням речей вагою до 1 кг або предметів в положенні стоячи або сидячи іпотребують певного фізичного напруження.

Нормативні значення мікроклімату виробничих приміщень для категорії робіт середньої ваги II-а наведені в таблиці 3.1. Вплив шкідливої речовини на організм людини залежить від складу, концентрації, та тривалості впливу й параметрів навколишнього середовища.

Найбільшу небезпеку представляє дрібно дисперсійний абразивний пил, який вільно проникає в легені людини, та маючи підвищену активність він практично не осідає й перебуває в стані кружляння. При тривалому вдиханні пилу, у випадку, коли його концентрація в повітрі робочої зони буде перевищена, у працівників можуть виникати захворювання легень, такі як пневмоконіоз та бронхіальна астма. Для механічного цеху найбільш характерна присутність у повітрі робочої зони наступних шкідливих речовин: тумани емульсії, мастил, дрібно дисперсійного абразивного

					6.131.221402.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 – Нормативні значення мікроклімату механічного цеху для категорії робіт середньої важкості.

Період року	Категорія робіт	Температура, °С				Відносна вологість, %	Швидкість руху, м/сек.
		Верхня межа		Нижня межа			
		На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях	На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях	На робочих місцях постійних і непостійних	На робочих місцях постійних і непостійних
Холодний період року	Середньої важкості Па	23	24	17	15	75	
Теплий період року	Середньої важкості Па	27	29	18	17	65 при 26оС	0,4-0,2

пилу на ділянках шліфування й полірування. При потраплянні на шкіру МОР і мінеральних мастил можуть виникнути шкірні захворювання, такі як екзема та різні дерматити. По ступенях впливу на організм перераховані шкідливі речовини відповідно до Наказу МОЗ від 14.07.2020 № 1596 відносяться до 4 - ого класу небезпечності – і є мало небезпечними [24]. Граничні значення ПДК і фактична концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони представлено у вигляді порівняльної таблиці 3.2. Причиною вібрації є виникнення при роботі машин й агрегатів невідновжених силових впливів. Їхніми джерелами можуть бути: зворотно-поступальні системи, що рухаються; невідновжені обертові маси; вібрації, створені ударами деталей.

Таблиця 3.2 - Значення ГДК і фактичної концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони

№ п/п	Найменування речовини	Величина ГПК, мг/м³	Величина фактичної концентрації, мг/м³	Клас безпеки	Агрегатний стан
1	Абразивний пил	4,0	8,2	3	1
2	Емульсійний туман (МОР)	2.0	0.4	4	3
3	Олійний туман (МОР)	5.0	1.67	4	4

За характером впливу на організм людини вібрацію поділяють на загальну й локальну. Загальна вібрація прикладена до опорних поверхонь тіла людини в положенні стоячи або сидячи, і викликає струс усього організму. Локальна вібрація в свою чергу за звичай впливає на окремі частини тіла руки або ноги людини.

Для даного механічного цеху небезпечним виробничим фактором є саме локальний вид вібрацій, якому піддаються головним чином особи, що працюють із ручним механізованим інструментом. Така вібрація викликає спазми судин, порушуючи

					6.131.2214.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

постачання кінцівок кров'ю, і впливає на нервові закінчення й тканини, що призводить до зниження чутливості шкіри.

Припустимі й фактичні значення локальної вібрації згідно ДСН 3.3.6.039-99 [25] наведені в таблиці 3.3 та загальної вібрації у таблиці 3.4. Фактичні й припустимі рівні шуму на проєктованому виробництві відповідно до вимог ДСН-3.3.6.037-99 [26] наведені в таблиці 3.5.

Підвищений рівень шуму може призвести до виникнення головного болю, швидкій стомлюваності, зниження продуктивності праці, зниження уваги, що в свою чергу може призвести до збільшення кількості браку.

Таблиця 3.3 - Припустимі й фактичні значення нормованих параметрів локальної вібрації в механічному цеху.

Середньгеометричні частоти октавних смуг, Гц	Значення по осях Хл, Ул, Зл	
	Припустимі	Фактичні
	Віброшвидкості, дБ	
1	2	3
8	115	106
16	109	100
31.5	109	102
63	109	108
125	109	106
250	109	111
500	109	109
1000	109	100
Кореговані й еквівалентно кореговані значення і їх рівні	112	107

Таблиця 3.4 - Допустимі значення загальної вібрації

Середньоквадратичні частоти октавних смуг, Гц	2	4	8	16	31,5
Амплітуда переміщення при гармонійних коливаннях	1,28	0,28	0,056	0,032	0,014
Середньоквадратичне значення коливальної швидкості.	11,2	5	2	2	2
	В дБ відносно $5 \cdot 10^{-5}$ мм/сек	107	100	92	92

Таблиця 3.5 - Фактичні й припустимі рівні шуму.

Назва ділянки	Допустимі значення шуму, дБ(А)	Фактичні значення шуму, дБ(А)
Ділянка металооброблювальних верстаті	80,0	81-87

Будівельно-акустичні методи захисту від шуму:

- 1) звукоізоляцією огорож, ущільненням притворів вікон, дверей, воріт тощо.
- 2) установкою в приміщеннях і на шляху поширення шуму звукопоглинальних конструкцій і кранів.
- 3) застосуванням глушників аеродинамічного шуму двигуна внутрішнього

					6.131.2214.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

згоряння і компресорах і т.д.

4) створенням шумозахисних зон в різних місцях знаходження людей, використання екранів і зелених насаджень.

Згідно ПУЕ [27] по небезпеці поразки електричним струмом цех відноситься до категорії особливо небезпечних. По застосованій напрузі даний об'єкт відносять до приміщень із електроустаткуванням напругою до 1000V; по доступності електроустаткування - до виробничих приміщень.

Основні причини, по яких персонал механічного цеху може бути уражений електричним струмом:

- випадковий дотик до струмоведучих частин, що перебувають під напругою;
- поява напруги на електроустаткуванні під час монтажу, ремонту й налагодженні, внаслідок їхнього помилкового включення;
- поява напруги на металевих конструкціях і частинах електроустаткування - кожухах і т.п. - у результаті ушкодження ізоляції й інших причин;
- виникнення крокової напруги на поверхні землі в результаті замикання проведення.

В механічному цеху найбільшу небезпеку для працюючих створюють рухомі й обертаючі частини машин і механізмів, а саме: столи, що рухаються, верстати, що обертаються, шпинделі й обертовий інструмент. Найнебезпечнішими є обертові абразивні кола. Швидкість обертання їх дуже висока. При обробці з-під них з великою швидкістю вилітають дрібні частки, які можуть зашкодити очам й створити мікропошкодження поверхні тіла. Крім цього, існує ймовірність розколу кола й тоді вже великі частини кола, що мають більшу кінетичну енергію, можуть нанести смертельні травми працівникам.

Правильно спроектоване й раціонально виконане освітлення виробничого цеху на підприємстві безпосередньо впливає на працюючих, сприяє підвищенню якості продукції й продуктивності праці, знижує стомлення й травматизм на виробництві, зберігає високу працездатність у процесі праці. В цеху реалізується змішана система освітлення у світлу частину доби, та штучна - в темну частину доби. Змішане освітлення реалізовано за рахунок штучного та бокового природнього освітлення. Ділянка також має аварійне та евакуаційне освітлення. Виробничі ділянки забезпечуються достатньою освітленістю робочих місць. У світлий час доби забезпечується природне освітлення, при його нестачі застосовується штучне місцеве освітлення.

Величина мінімального рівня освітленості згідно ДБН В.2.5-28-2018 [28] встановлюється за характеристикою зорової роботи, яку визначають найменшим розміром об'єкта розрізнення, контрастом об'єкта із тілом і характеристикою тіла й представлена в таблиці 3.6.

					6.131.221402.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.6 - Норми проектування природного й штучного освітлення (ДБН В.2.5-28-2006)

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Підразряд зорової роботи	Контраст об'єкта із тілом	Характеристика тіла	Штучне освітлення		Природне освітлення	Сполучене освітлення
						Освітленість, лк		КЕО, %	КЕО, %
						комбіноване	загальне	верхнє або бічне освітлення	верхнє або бічне освітлення
Висока точність	Від 0,1 до 0,25 мм	II	V	середній	середні	2000	500	Висока точність	Від 0,1 до 0,25 мм

Потенційно небезпечні чинники, що властиві даним умовам праці:

- незахищені частини машин і механізмів, що обертаються та рухаються; передаточні і транспортні пристрої; вантажопідйомні машини і пристрої; посудини і устаткування, що працюють під тиском; робота на висоті; завантажувально-розвантажувальні роботи; гострі кромки, задирки, шорсткість на поверхні заготовок, інструментів та обладнання.

На основі проведеного аналізу умов праці відповідно до ДСанПіН 248-2014 клас умов праці класифікується як шкідливі «3-б» [29].

Обробна промисловість є не дуже екологічно шкідливою. Обробка різанням (обробка зі зняттям стружки) є найбільш розповсюдженим способом обробки матеріалів. Основними забруднювачами довкілля є стружка, пил від обробки та відходи мастильно-охолоджуючої рідини.

3.2 Техніка безпеки та пожежна профілактика

Усі працівники зобов'язані проходити навчання й перевірку знань по охороні праці відповідно до «Типового положення про порядок навчання й перевірки знань по охороні праці керівників і фахівців підприємств, установ і організацій», «Положення про перевірку знань правил, норм, інструкцій з безпеки в керівників і фахівців підприємств, організацій і об'єктів, підконтрольних Держгіртехнагляду».

Організація навчання й інструктажів з охорони праці повинна здійснюватися згідно з вимогами НПАОП 0.00-4.12-05. [30].

					6.131.221402.ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Навчання по охороні праці працівників проводиться по навчальних програмах, затвердженим роботодавцем (керівником підприємства) за узгодженням з відповідними профспілковими комітетами й службою охорони праці.

При одержанні працівниками незадовільної оцінки повторна перевірка знань проводиться не пізніше чим через місяць. До повторної перевірки працівники до самостійної роботи не допускаються.

Усі працівники, що мають перерву по даному виду робіт (професії) більш 3 - х років, а при роботі з підвищеною небезпекою – більш одного року, повинні пройти навчання й перевірку знань по охороні праці до початку самостійної роботи.

Персонал повинен проходити інструктажі з охорони праці:

- вступний при вступі на роботу;
- первинний – на робочім місці;
- повторний не рідше одного разу в квартал;
- позаплановий – при порушенні вимог охорони праці й нещасних випадках, при перервах у роботі, при заміні технологічного процесу або модернізації встаткування.

- цільовий – при виконанні особливо небезпечних робіт та робіт, не пов'язаних з основною діяльністю.

- На робочому місці повинні бути дотримані санітарно-технічні вимоги, чистота та порядок: відсутність металевої стружки та сторонніх предметів на підлозі, в робочій зоні та біля верстатів.

- Забороняється працювати з несправним або пошкодженим обладнанням, проводити експерименти.

- Працівники повинні використовувати засоби індивідуального захисту.

- Всі верстати повинні мати захисні кожухи та огороження, що запобігають контакту з рухомими деталями.

- Електрообладнання повинно бути заземленим та мати справні пристрої аварійного вимкнення.

- Забороняється використання верстатів для обробки деталей, що перевищують їх технічні характеристики.

- Під час токарних, фрезерних та свердлильних операцій необхідно дотримуватись встановлених швидкостей різання та подач, щоб уникнути аварійних ситуацій.

- При обробці металевих деталей слід забезпечити надійне закріплення заготовки, використовуючи патрони, тиски або спеціальні пристосування.

- Працівники повинні дотримуватись регламентів перерв та робочих змін, щоб уникнути перевтоми та зниження концентрації уваги.

					6.131.221402.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для забезпечення захисту людей від випадкового торкання до струмоведучих частин використовують захисні огороження, безпечне розташування та ізоляцію струмоведучих частин, використання малих напруг, електричний розподіл мереж, попереджувальну сигналізацію та знаки безпеки, подвійну або підсилену ізоляцію, контроль ізоляції, засоби індивідуального захисту. Захист від поразки при торканні до металевих неструмовідних частин, що можуть опинитися під напругою внаслідок руйнування ізоляції здійснюється захисним вимиканням. При цьому захисне заземлення та занулення повинно відповідати НПАОП 40.1-1.32-01 [31]. Захисне заземлення здійснюється через металоконструкції цеху. Допустимі значення опорів заземлюючих пристроїв для установок до 1000 В рівно 4 Ом.

Попередження травмування персоналу рухливими механізмами забезпечуються їхньою міцністю: установкою огорожень, захисних кожухів на обертових частинах устаткування; надійністю роботи вантажозахватних пристроїв, обладнанням площадок, сходів відповідно до правил техніки безпеки; забезпеченням зручного доступу до всіх механізмів для їхнього обслуговування й ремонту; фарбуванням устаткування, що підвищує увагу до найнебезпечніших місць.

Відкриті рухомі і обертаються частини устаткування необхідно забезпечувати суцільними і сітчастими огорожами. Для безпечного переміщення обслуговуючого персоналу на стані передбачені перехідні містки.

Виробничий процес в цеху по вибуховій, вибухопожежної і протипожежної безпеки, згідно НАПБ Б.03.002-2007 [32] відноситься до категорії “Д”, оскільки обробці піддаються негорючі речовини та матеріали в холодному стані.

Ступінь вогнестійкості будівельних конструкцій I та II згідно ДБН В.1.1-7-2016 [33]. На підприємстві розроблено ряд заходів для запобігання виникнення пожежі:

- системи управління електрообладнання оснащені автоматами максимального токового захисту і плавкими запобіжниками;
- трансформаторні лотки винесені за межі виробничого приміщення;
- електрообладнання забезпечено тепловим реле, плавкими запобіжниками, автоматами струмового захисту, які розмикають ланцюг у разі їх спрацьовування;
- для попередження нагріву електродвигунів застосовується примусова вентиляція;
- на установках мастильної гідравліки здійснюється усунення витоків, захист від іскр та джерел вогню;
- мастилопідвали забезпечені припливно-витяжною вентиляцією, а електричне устаткування в них повинно бути у вибухозахищеному виконанні;
- промаслене дрантя збирається в металеву тару.

					6.131.2214.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3 Захист навколишнього середовища

Сучасний стан економіки України обумовлює факт нестачі у підприємств необхідних фінансових ресурсів для здійснення повноцінної природоохоронної діяльності. Але і за умови виходу з кризового становища промислове виробництво не можливе без негативного впливу на якісний стан довкілля.

Сучасне машинобудування розвивається на базі великих виробничих об'єднань, що включають цехи механічної обробки металів, цехи покриттів, велике ливарне виробництво та ін. У процесі виробництва машин та устаткування широко використовують зварювальні роботи, механічну обробку металів, переробку неметалевих матеріалів, лакофарбові операції [36-37].

В урахуванням шкідливих чинників, які з'являються через виконання технологічного процесу виготовлення гільзи, слід передбачити запобіжні заходи для захисту навколишнього середовища. Від звичайних металообробних операцій в атмосферу потрапляють небезпечні для життя газоподібні і тверді речовини від використання МОР, утворюється металева стружка і абразивний пил, які, в свою чергу, потрапляють і у повітря, і у воду і ґрунт. Для запобіжних заходів слід використовувати МОР з максимально екологічним складом, при можливості призначати режими різання такими, щоб стала реальною технологія «сухого» різання, для захисту від абразивного пилу слід використовувати витяжні системи. Залишки різального інструмента – різальна частина – має збиратись та передаватись виробникам для подальшої переробки.

					6.131.221402.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

В процесі проектування механічної ділянки й розробки технологічного процесу виготовлення гільзи зі сталі 12ХН3А були внесені пропозиції по поліпшенню базового техпроцесу, а саме: форму заготовки залишили без змін через неможливість отримати її інакше. (Прокат $\varnothing 35$, КВТ – 0,3, $m_{\text{заг}}=0,06$)

Виконане вдосконалення технологічного процесу виготовлення валу за рахунок використання нового верстата з ЧПУ Mazak integrex -200-IV-S, існуючого на підприємстві обладнання, інструменту й оснастки. З метою визначення оптимальних припусків на обробку виконаний розмірний аналіз гільзи. Спроектоване універсальне верстатне пристосування з пневмоприводом вживане на шліфувальній операції.

Особливістю технологічного процесу є використання особливостей полімер-абразивного інструмента при обробці внутрішнього отвору. Після розгляду загальних схем контакту інструмента з поверхнею та аналізу силових залежностей, які розраховуються для призначення режимів обробки, було обрано гвинтовий полімер-абразивний інструмент для обробки внутрішнього отвору.

Для контролю геометрії деталі, відхилень від форми та розташування поверхонь запропоновано використовувати контрольні вимірювальні інструменти універсального типу.

Проведений розрахунок технологічної собівартості технологічного процесу виготовлення кільця рухомого. Технологічна собівартість виготовлення становить 562,7 грн.

В розділі з охорони праці та захисту навколишнього середовища були розглянуті основні шкідливі та небезпечні виробничі фактори, що мають місце на механічній ділянці, а також запропоновано заходи щодо їх усунення. Як заходи по зменшенню негативного впливу на оточуюче середовище у вигляді подання озонованого повітря на кромку різального інструмента.

В зв'язку з тим, що на механічній ділянці, що проектується, заплановано розмістити велику кількість сучасного обладнання, в якості пропозиції можна прийняти необхідність подальшого розширення номенклатури виробництва й за рахунок невеликих партій деталей, оскільки обладнання має можливість швидкого переналагодження в широких межах.

					6.131.221402.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ		
Розроб.		Лисогор М.Я.					
Перевір.		Незгруд С.Л.					
Реценз.		Романько Я.В.					
Н. Контр.		Бончук С.В.					
Затверд.		Незгруд С.Л.			МОНУ УДУНТ Каф. ТМ Гр.ІМ01-22т		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Методичні вказівки до виконання випускних кваліфікаційних робіт освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» для студентів спеціальності 131- прикладна механіка (бакалаврський рівень)/ Гришин В.С., канд. техн. наук, доцент; Негруб С.Л., канд. техн. наук, доцент; Бондаренко С.В., старший викладач. – Дніпро: НМетАУ, 2019. – 50с.
2. Методичні вказівки до виконання курсового проекту по дисципліні «Технологія обробки типових деталей» для студентів спеціальності 131- прикладна механіка (бакалаврський рівень)/ / Гришин В.С., канд. техн. наук, доцент; Негруб С.Л., канд. техн. наук, доцент; Ласкін В.М., старший викладач; Лапшин С.П., старший викладач; Бондаренко С.В., старший викладач. – Дніпро: НМетАУ, 2019. – 42с.
3. Сталь 12ХН3А URL: <https://olteh.com.ua/p/374914597-krug-12hn3a/>(дата звернення: 14.03.2026 року).
4. Вартість прокату зі сталі 12ХН3А
URL: <https://ambar.org.ua/krug-stalevyj-30-st-12hn3a> (дата звернення: 14.03.2026 року).
5. Вартість поковки зі сталі 12ХН3А URL:<https://tdparitet.com.ua/shop/chernyj-metalloprokat/krug-stalnoj/krug-kovanyj/pokovka-kvadratnaya-pryamougolnaya-stal-12hn3a/>(дата звернення: 14.03.2026 року).
6. Технічні характеристики металообробного обладнання URL: <http://www.campro.com.tw> (дата звернення: 14.03.2026 року).
7. Справочник технолога–машиностроителя: В 2–х т. /Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова– М.: Машиностроение, 1985. т.1.– 656 с.
8. Справочник технолога–машиностроителя: В 2–х т. /Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова– М.: Машиностроение, 1985. т.2. – 496 с.
9. ГОСТ 2590-2006 - Прокат сортовой сталевый горячекатаный круглый. Сортамент
10. Методические указания по размерному анализу технологических процессов обработки деталей при выполнении курсовых и дипломных проектов для студентов специальности 12.01– Д: ДМетИ, 1989. – 49с.
11. Каталог 2010-katalog-corokey URL:www.sandvik-nedorogo.ru (дата звернення: 28.03.2026 року).
12. Каталог фирмы «OZBORN International» «Линия продуктов для профессионального применения», 2006. – с.100.

					6.131.221402.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Лісагор М.Я.			ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ		
Перевір.		Негруб С.Л.					
Реценз.							
Н. Контр.		Бончук С.В.					
Затверд.		Негруб С.Л.					
						Літ.	Арк.
							Аркцшв
						МОНУ УДУНТ	
						Каф. ТМ Гр.ІМ01-22т	

- 13.Робоча програма, методичні вказівки та індивідуальні завдання до вивчення дисципліни “Технологічна оснастка” для студентів спеціальності 131 – прикладна механіка (бакалаврський рівень) / Гришин В.С., канд. техн. наук, доцент; Бондаренко С.В., старший викладач – Дніпро: НМетАУ, 2019. – 30с.
- 14.Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. – Л.: Машиностроение, 1975. – 656с.
- 15.Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя В 3 т. Т.3 –М.: Машиностроение, 1978. – 253с.
- 16.Неглуб С.Л. Повышение эффективности финишной обработки эластичными полимер - абразивными инструментами: Дис., кандидата тех. наук: 14.02.08. – Д.: 2007.
- 17.Програма, методичні вказівки та контрольні завдання з дисципліни «Механоскладальні ділянки і цеху в машинобудуванні» для студентів спеціальності 7.090202. - Дніпропетровськ, НМетАУ, 2004. - 68 с.
- 18.Тарифи на електроенергію для підприємств. Мінфін. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/tariff/electric/prom/> (дата звернення: 13.05.2026 року).
- 19.Конституція України : Документ 254к/96-ВР, чинний, поточна редакція — Редакція від 01.01.2020 URL:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 13.05.2026 року).
- 20.Закон України «Про охорону праці» : Документ 2694-ХІІ, чинний, поточна редакція — Редакція від 01.10.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text> (дата звернення: 13.05.2026 року).
- 21.ДБН В 2.2.28-2010 Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення. [На заміну СНиП 2.09.04-87; чинний від 2011-10-01]. Вид. офіц. Київ, 2011. 34 с.
- 22.ДСП 173-96 Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Зі змінами. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=46705 (дата звернення: 13.05.2026 року).
- 23.ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень : Постанова МОЗ України № 42 від 01.12.1999 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text> (дата звернення: 13.05.2026 року).
- 24.Наказ МОЗ від 14.07.2020 № 1596 «Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин у повітрі робочої зони».
- 25.ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. Постанова від 01.12.1999 № 39 URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=6372 (дата звернення: 14.05.2026 року).

					6.131.221402.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

26. ДСН 3.3.6.037-99. Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Постанова від 01.12.1999 № 37 URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=48147 (дата звернення: 14.05.2026 року).
27. ПУЕ Правила улаштування електроустановок (перше переглянуте, перероблене, доповнене та адаптоване до умов України видання). Наказ від 21.07.2017 № 476 Про затвердження Правил улаштування електроустановок. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=72758 (дата звернення: 13.05.2026 року).
28. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. [На заміну ДБН В.2.5-28-2006; чинний від 2018-03-01]. Вид. офіц. Київ, 2018. 12 с.
29. ДСанПіН 248-2014 Державні санітарні норми та правила. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. К.: МОЗ України, 2014, URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14#Text> (дата звернення 01.06.2026)
30. НПАОП 0.00-4.12-05 Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці. [Чинний від 2024-10-25]. Вид. офіц. Київ, 2005. 36 с.
31. НПАОП 40.1-1.32-01 (ДНАОП 0.00-1.32-01) Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. [Чинний від 2001-06-21]. Вид. офіц. Київ, 2001. 74 с.
32. НАПБ Б.03.002-2007. Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою. Наказ від 15.06.2016 № 158 Про прийняття національного стандарту ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=65419 (дата звернення: 14.05.2026 року).
33. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [На заміну ДБН В.1.1-7-2002; чинний від 2017-06-01]. Вид. офіц. Київ, 2017. 47 с.
34. ДСТУ EN 62305-3:2021 Блискавкозахист. Частина 3. Фізичні пошкодження будівель (споруд) та безпека для життя (EN 62305-3:2011, IDT; IEC 62305-3:2010, MOD). [На заміну РД 34.21.122-87; ДСТУ EN 62305-3:2012; чинний від 2022-08-01]. Вид. офіц. Київ, 2022. 126 с.
35. ДСТУ 4297:2004. Пожежна техніка. Технічне обслуговування вогнегасників. Загальні технічні вимоги. К.: МНС України, 2004, с. 49.
36. Природоохоронні технології. Частина 2. Методи очищення стічних вод : навчальний посібник / Петрук В. Г., Северин Л. І., Васильківський І. В., Безвозюк І. І. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 258 с.

					6.131.2214.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

37. Навчально-методичні рекомендації до виконання розділу «Охорона праці та захист навколишнього середовища» у випускних кваліфікаційних роботах для студентів усіх спеціальностей (бакалаврський та магістерський рівень) / Упоряд.: Єрьомін О.О., Суліменко С.Є., Сухарева М.В., Мешкова А.Г., Баранова Т.Є. ; Укр. держ. ун-т науки і технологій. – Електрон. вид. – Дніпро: УДУНТ, 2024. – 26 с.

					6.131.221402.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А Графіки для визначення технологічних параметрів при роботі полімер-абразивним інструментом

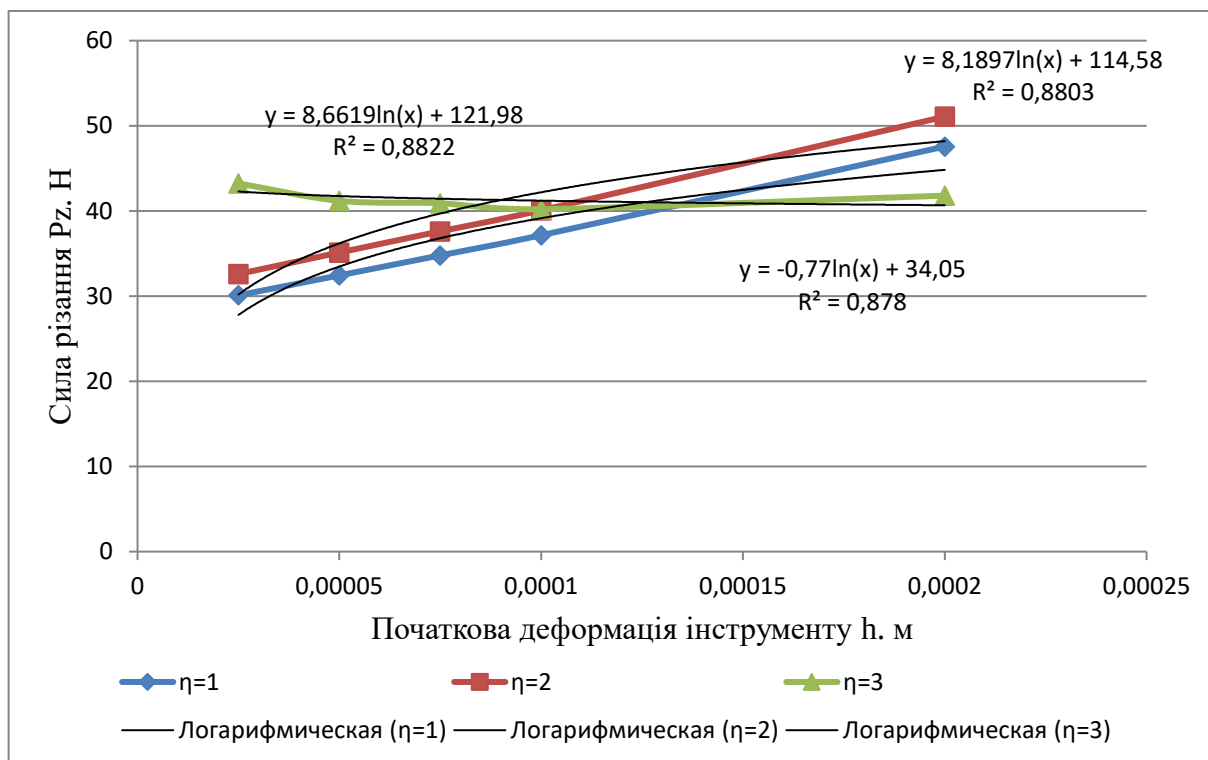


Рисунок А.1 – Залежність сили різання від початкової деформації інструменту

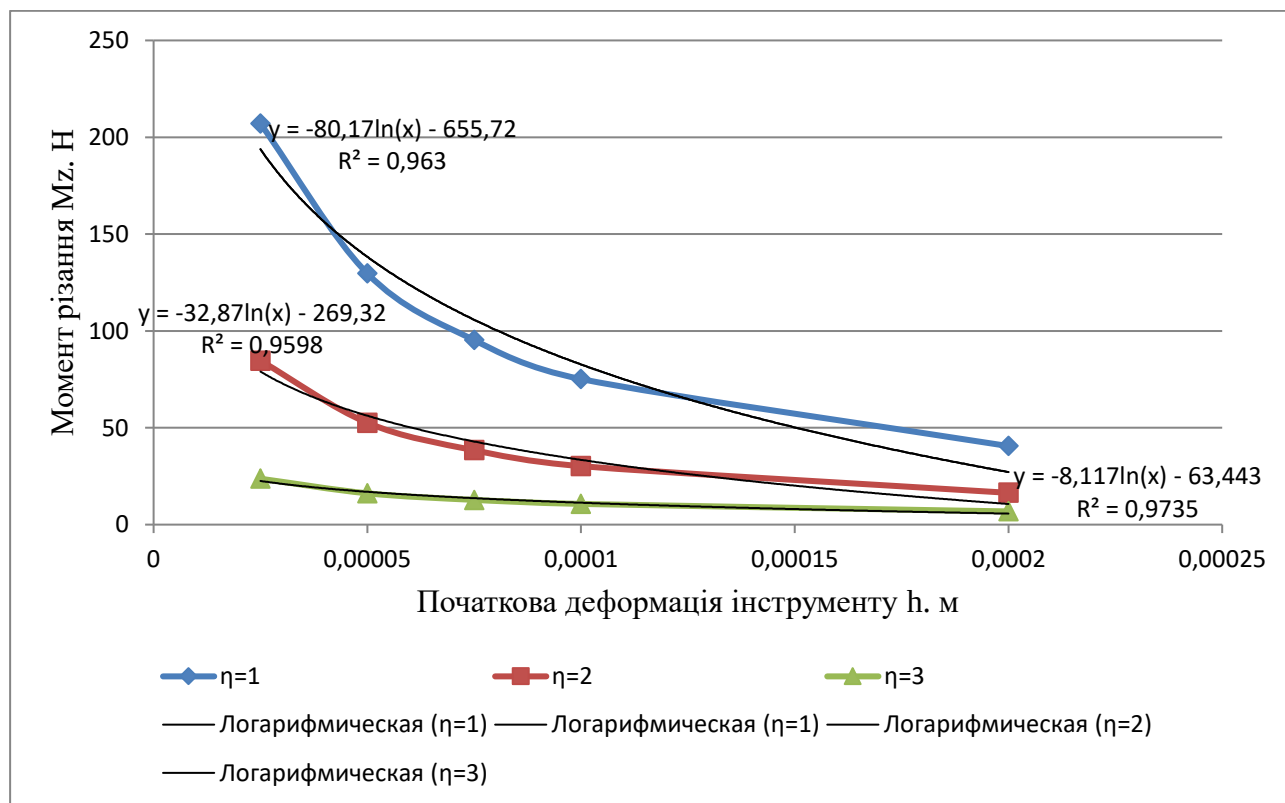


Рисунок А.2 – Залежність моменту різання від початкової деформації інструменту

Продовження додатку А

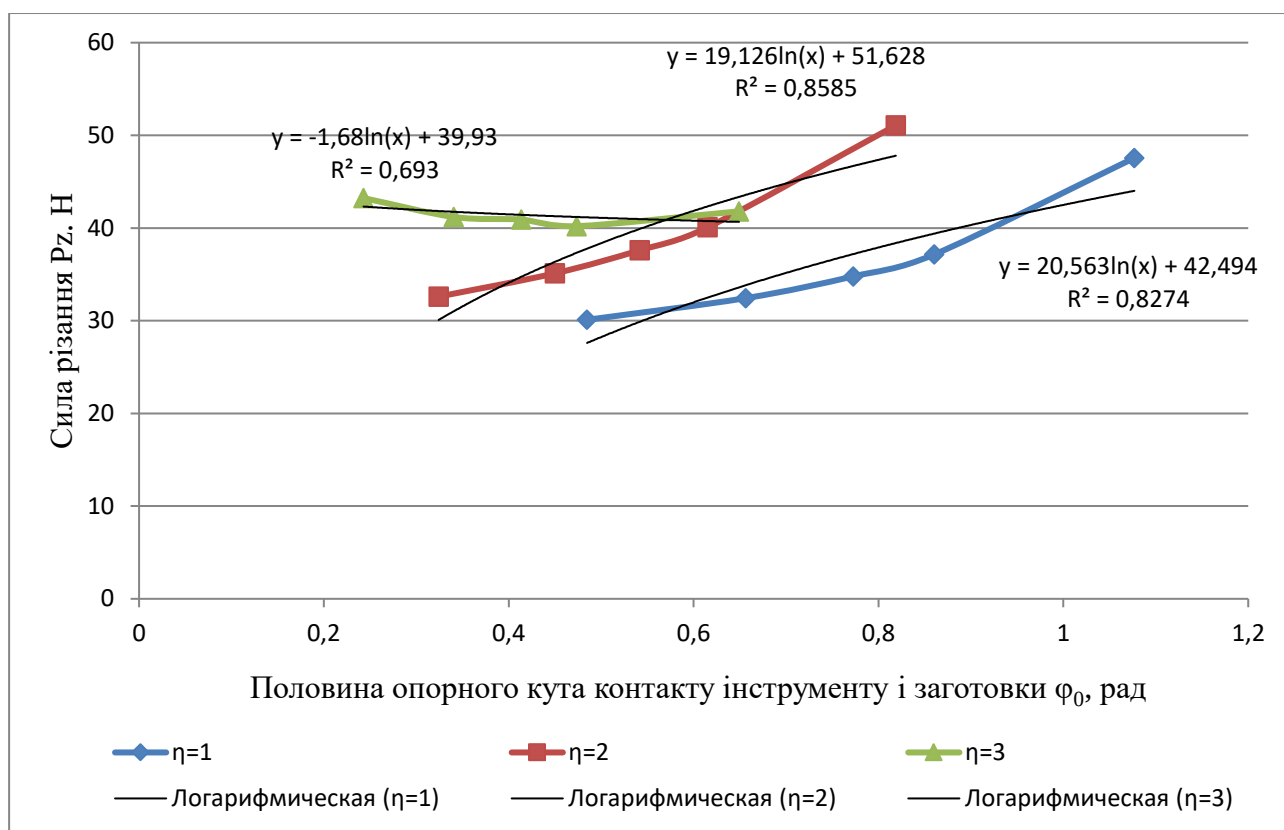


Рисунок А.3 – Залежність сили різання від половини опорного кута.

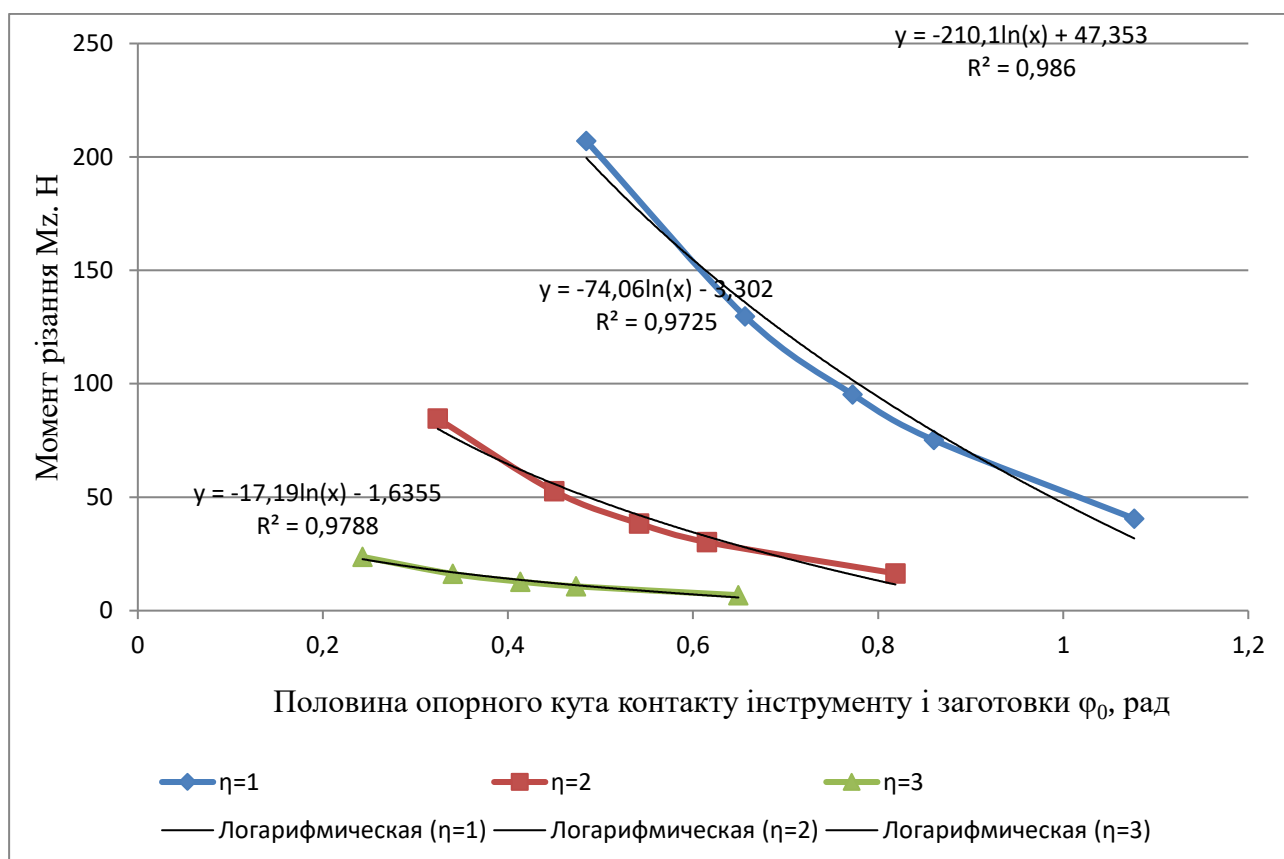


Рисунок А.4 – Залежність моменту різання від половини опорного кута.

Продовження додатку А

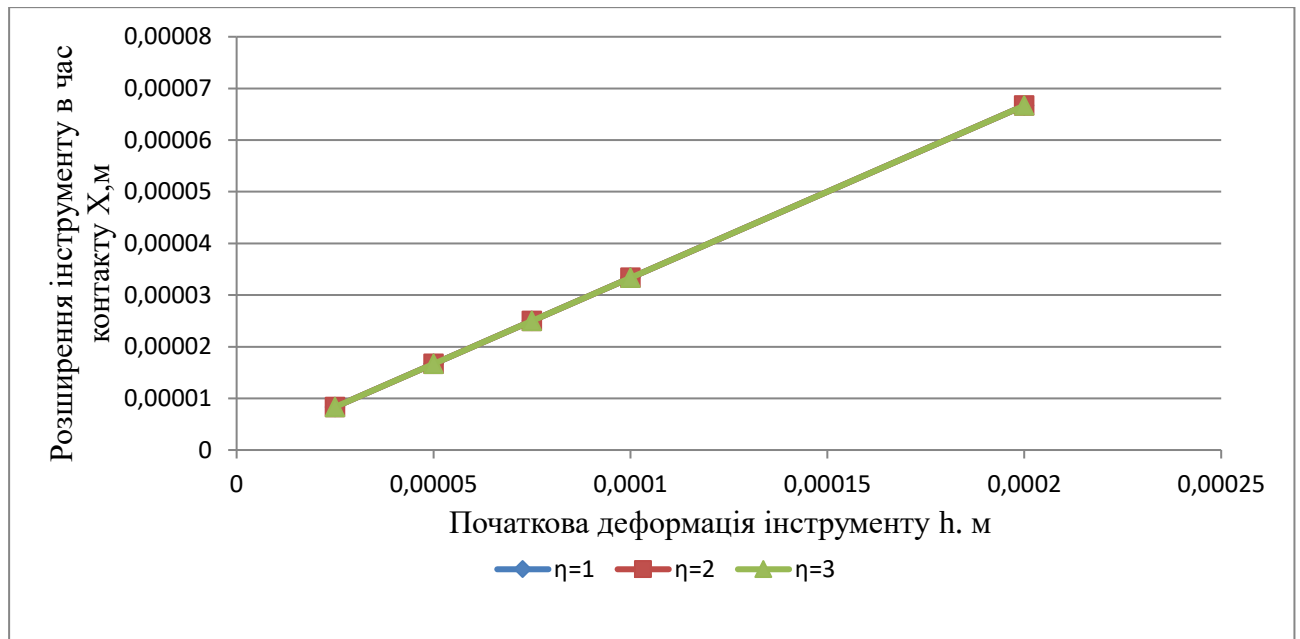


Рисунок А.5 – Залежність розширення інструменту в час контакту від початкової деформації.

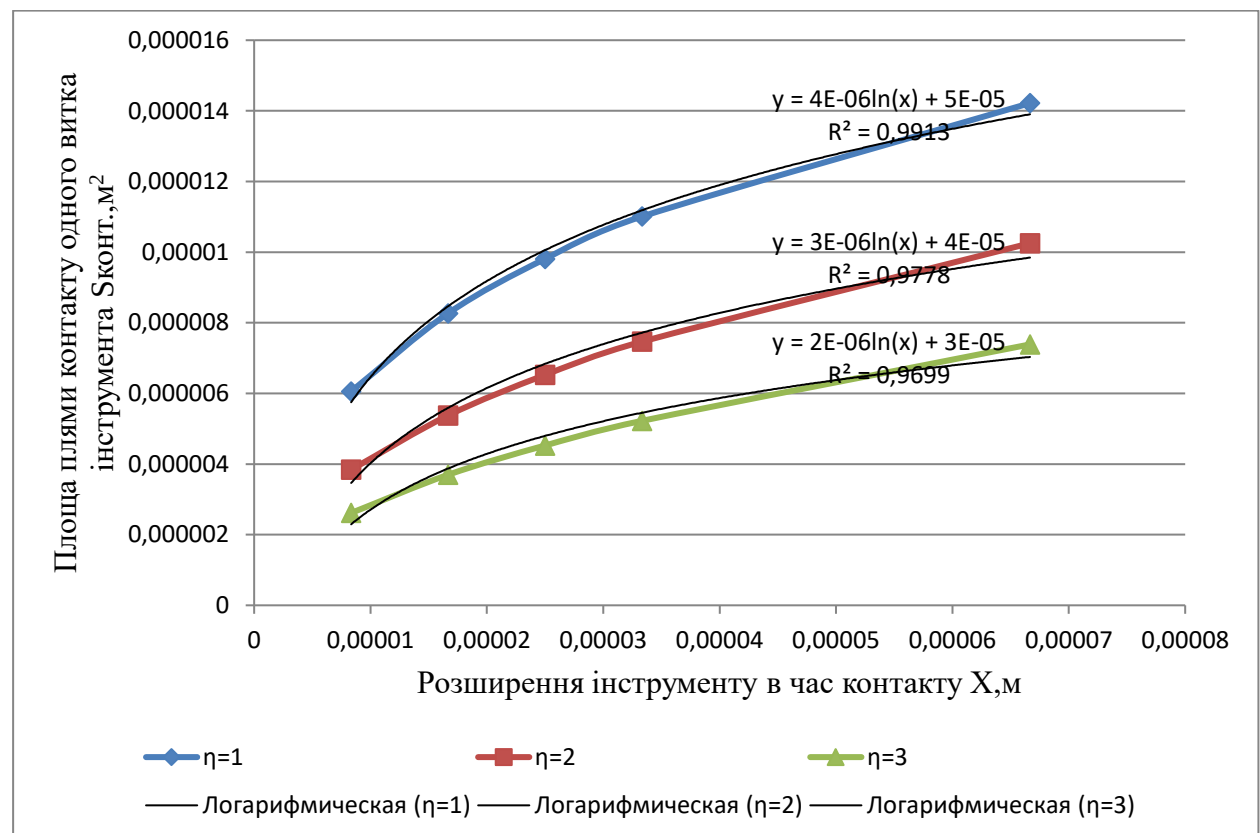


Рисунок А.6 – Залежність площі контакту одного витка від розширення інструменту в час контакту.

Продовження додатку А

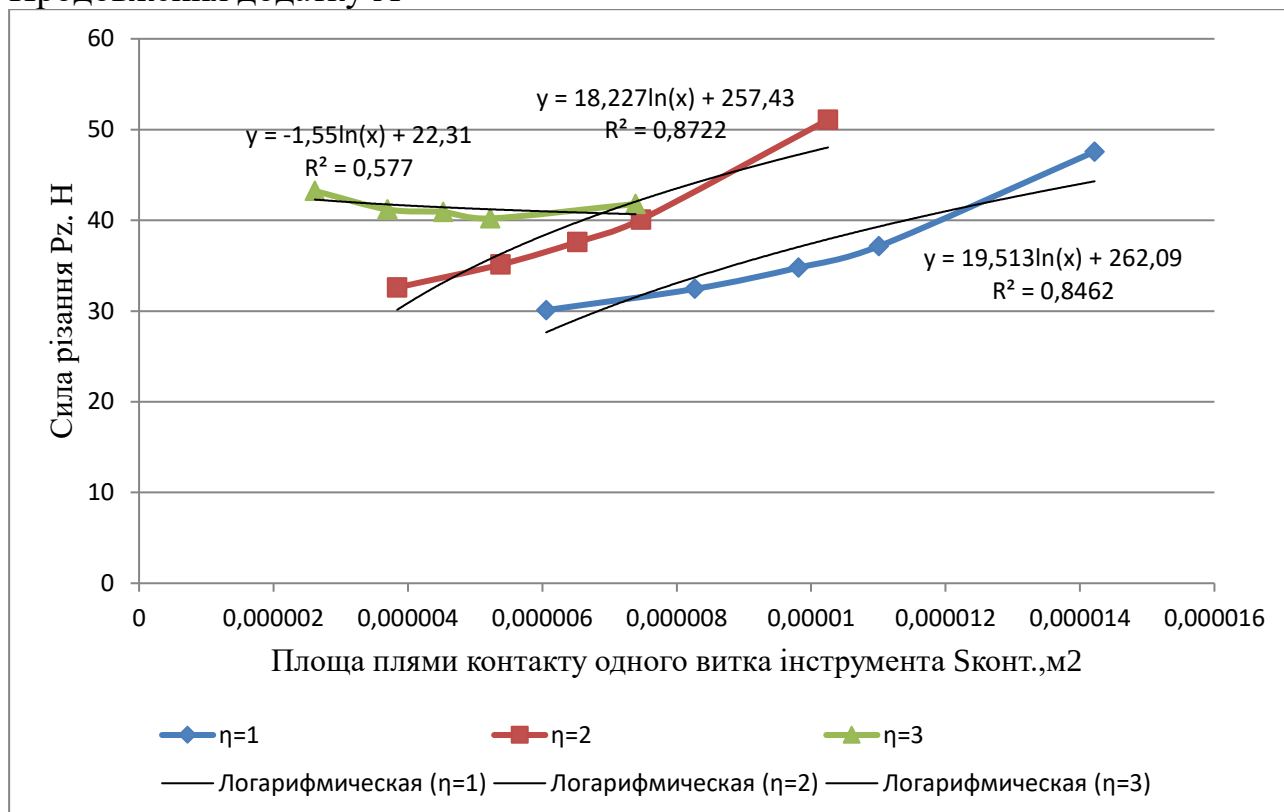


Рисунок А.7 – Залежність сили різання від площі контакту одного витка.

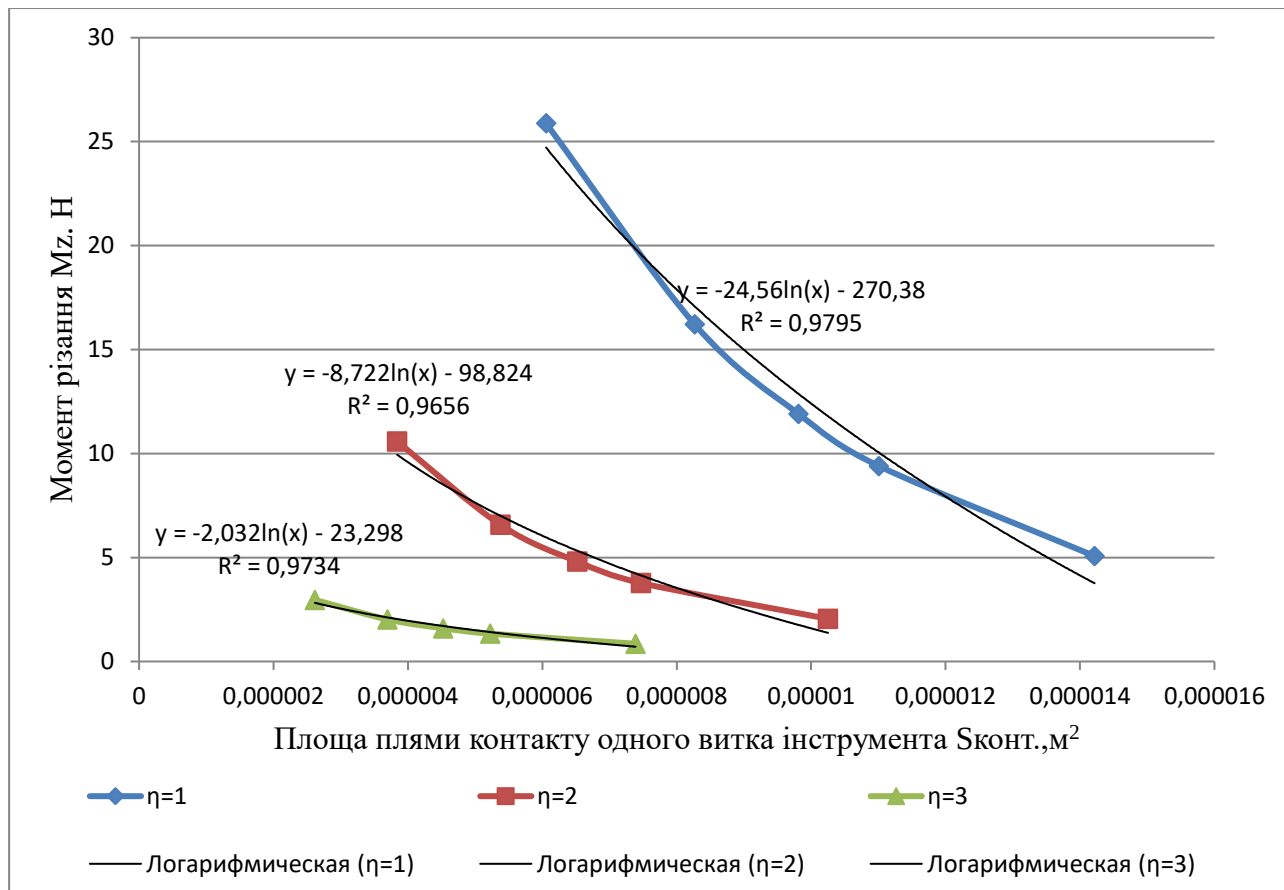


Рисунок А.8 – Залежність моменту різання від площі контакту одного витка.

Продовження додатку А

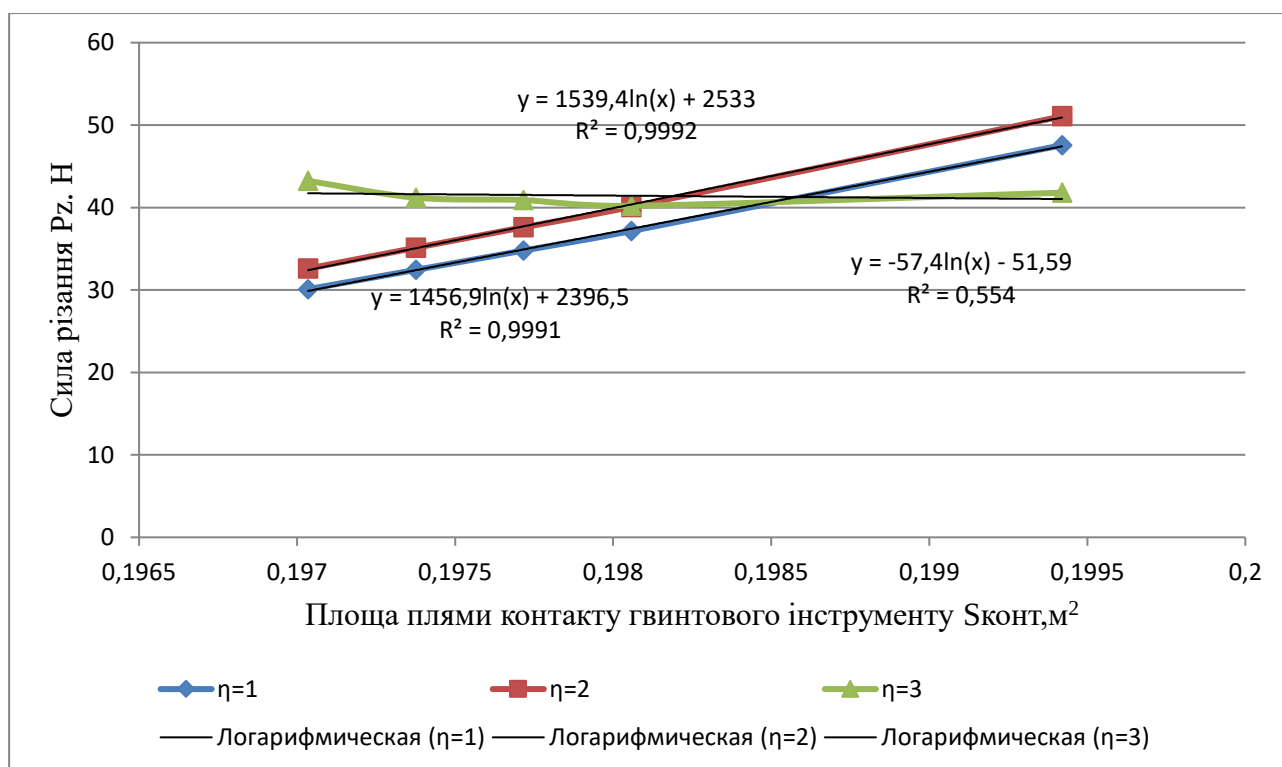


Рисунок А.9 – Залежність сили різання від площі контакту гвинтового інструменту

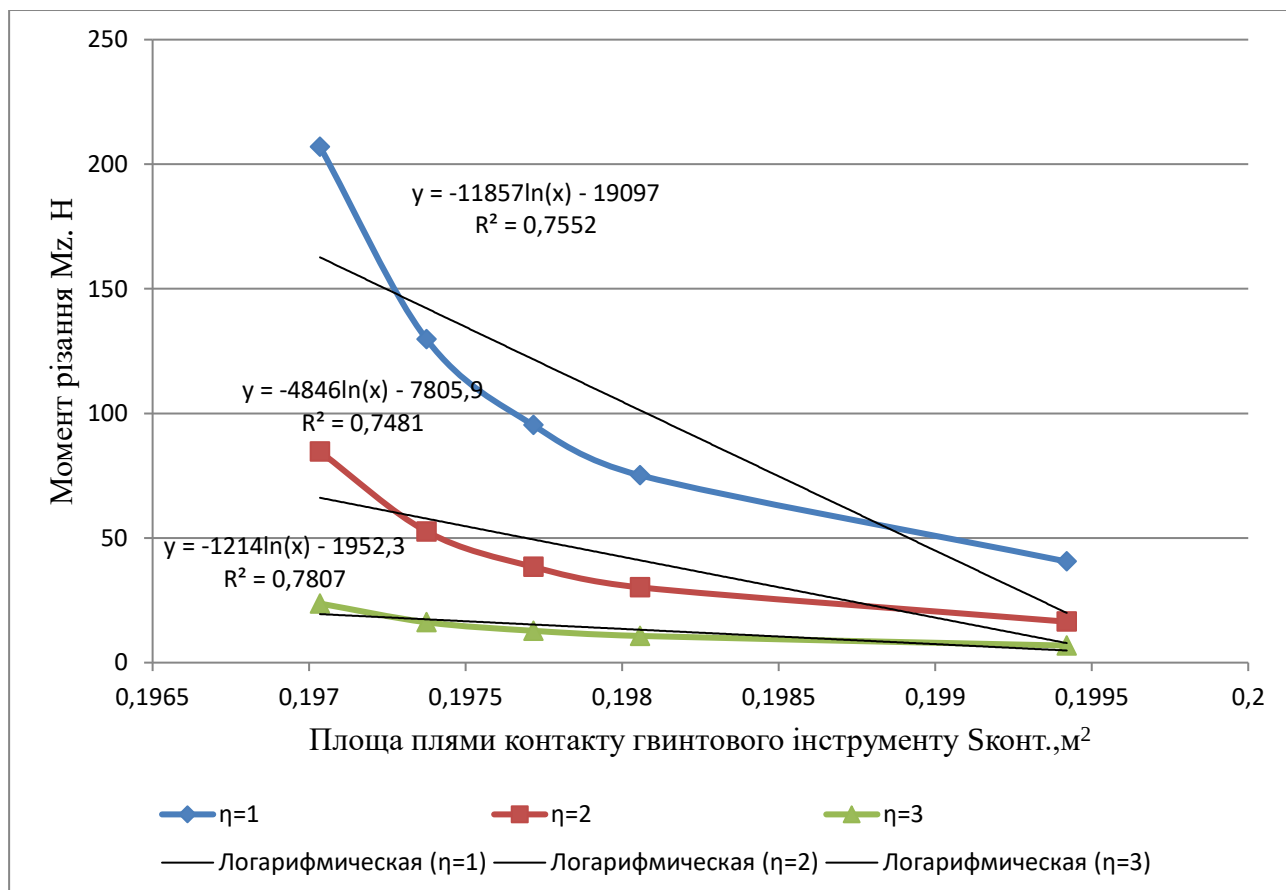


Рисунок А.10 – Залежність моменту різання від площі контакту гвинтового інструменту.

Продовження додатку А

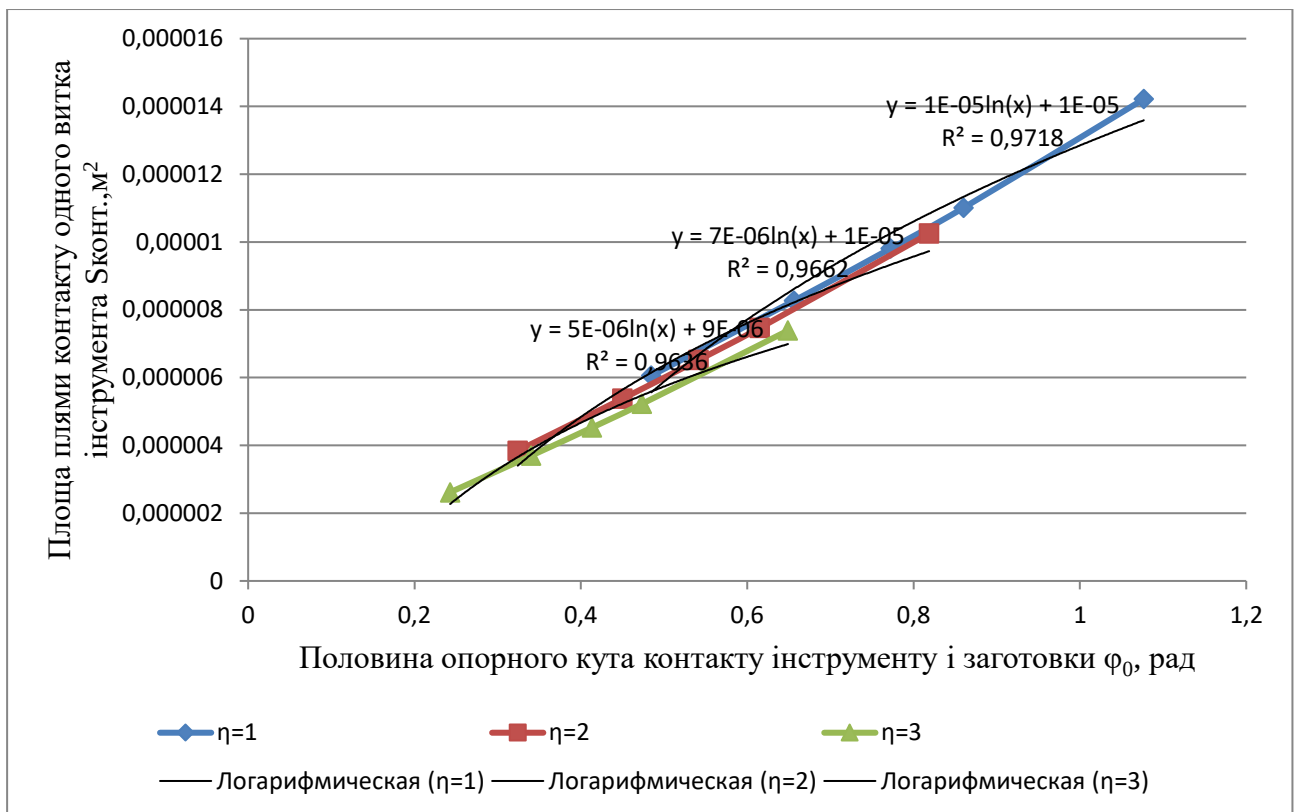


Рисунок А.11 – Залежність площі контакту одного витка інструменту від половини опорного кута.

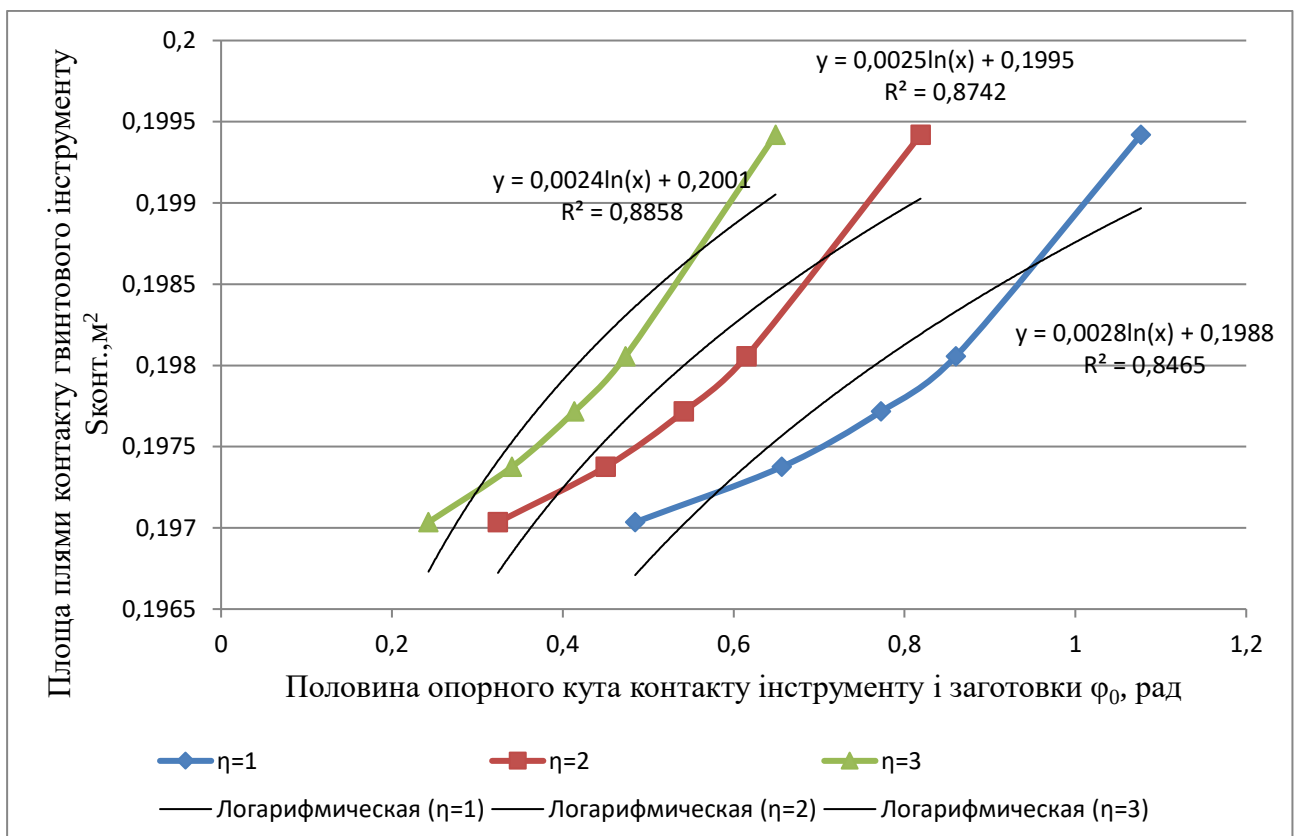


Рисунок А.12 – Залежність площі контакту гвинтового інструменту від половини опорного кута.

Продовження додатку А

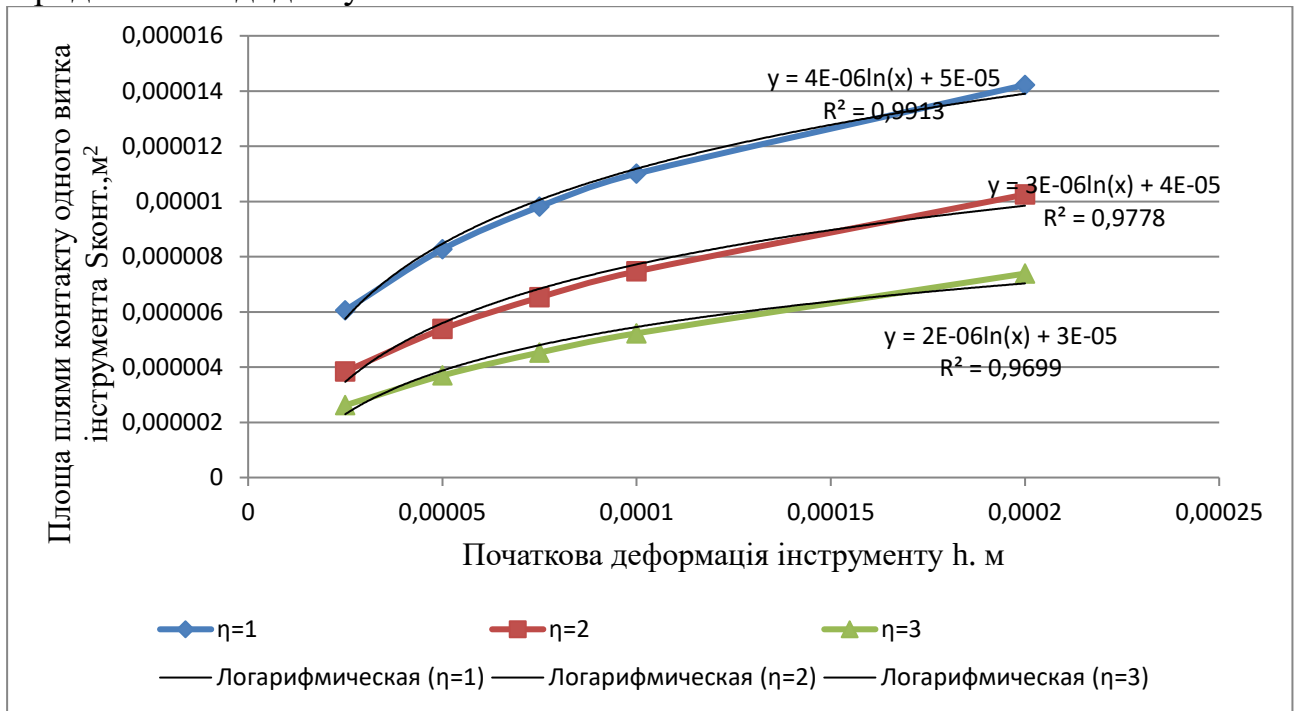


Рисунок А.13 – Залежність площі контакту гвинтового інструменту від розширення інструменту в час контакту.

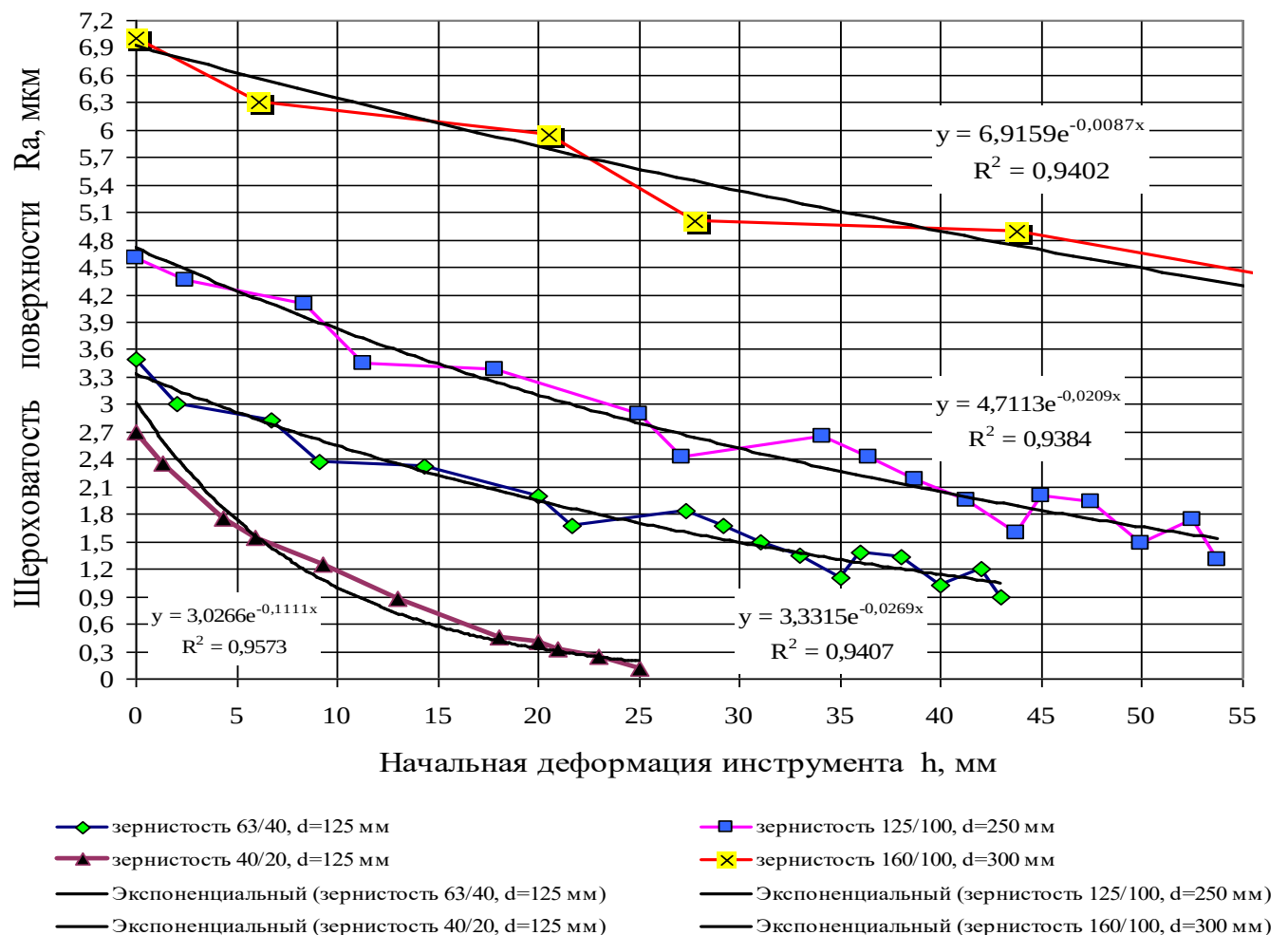


Рисунок А.14 - Залежність шорсткості від величини деформації інструмента

ДОДАТОК Б Керуюча програма

%

O9016(GILZA RD39.016)

(OPER-010)

T101(PCLNR 2525M12 пластина CNMG120408)

G00X200.Z200.

G96M3P11S150

G50S1600

/M8

G00X32.Z1.

G94X-0.6Z1.F0.2

Z0.6

G90X27.6Z-32.6F0.2

X26.7

/M9

G00X200.Z200.

M5P11

M1

T201(CENTROVKA)

G97M3P11S650

G50S650

/M8

G00X0.Z2.

G01Z-5.F0.1

/M09

G00Z200.

G00X200.

M5P11

M1

T301(SVERLO 10)

/M8

G97M3P11S660

G50S660

G00X0.Z1.

G01Z-42.F0.1

/M9

G00Z200.

G00X200.

M5P11

M1

T401(C08MSCLCR06 пластина) (CCET06020003)

G00X200.Z200.
G96M3P11S150
G50S1200
/M8
G00X11.23Z2
G01Z-41F0.2
G01X10.
G00Z-23
G01X12.5F0.1
G01Z-25.9F0.2
G00X10.Z23.
G01X13.5F0.1
G01Z-25.9F0.2
G00X10.Z23.
G01X14.5F0.1
G01Z-25.9F0.2
G00X10.Z23.
G01X15.5F0.1
G01Z-25.9F0.2
G00X10.Z23.
G01X16.68F0.1
G01Z-25.9F0.2
G01X12.3
G01X11.23Z28.
G00X10
/M9
G00Z200.
G00X200.
M5P11
M1
T501(PCLNR 2525M12 пластина CNMGFG120408)
G00X200.Z200.
G96M3P11S180
G50S2000
/M8
G00X28.Z0.6
G01X10.F0.2
G00X27.Z1.
G90X25.1Z32.2F0.1
G00X24.
G01X24.Z32.2

G01X30.
/M9
G00X2000.Z200.
M5P11
M1
T601(TGB32-3 пластина TDJ3)
G00X200.Z200.
G96M3P11S120
G50S1200
/M8
G00X25.Z-7.25
G01X20.5F0.08
G01Z-3.65
G01X25.
G00X25.Z-25.2
G01X20.5F0.08
G01Z-28.8
G01X25.
G00Z-24.
G71U0.3R0.5
G71P10Q20U0.1W0.1F0.08
N10G00Z-24.
G01X20.4
G01Z-18.X20.5
G01Z-15.
N20G01X25.
G70P10Q20F0.04
/M9
G00X200.Z200.
M5P11
M1
T701(C08MSCLCR06 пластина CCET06020003GF)
G00X200.Z200.
G96M3P11S120
G50S1200
/M8
G00X11.Z1.
G01Z-0.5F0.1
G01X18.
G01Z0.
G00X11.8Z0.

G01Z-23.
G00X10.
/M9
G00Z200.
G00X200.
M5P11
M1
T601(TGB32-3 пластина TDJ3)
G00X200.Z200.
G96M3P11S100
G50S1000
/M8
G00X31.Z-43.5
G01X-0.06F0.04
/M9
G00X200.Z200.
M5P11
M1
M30
%

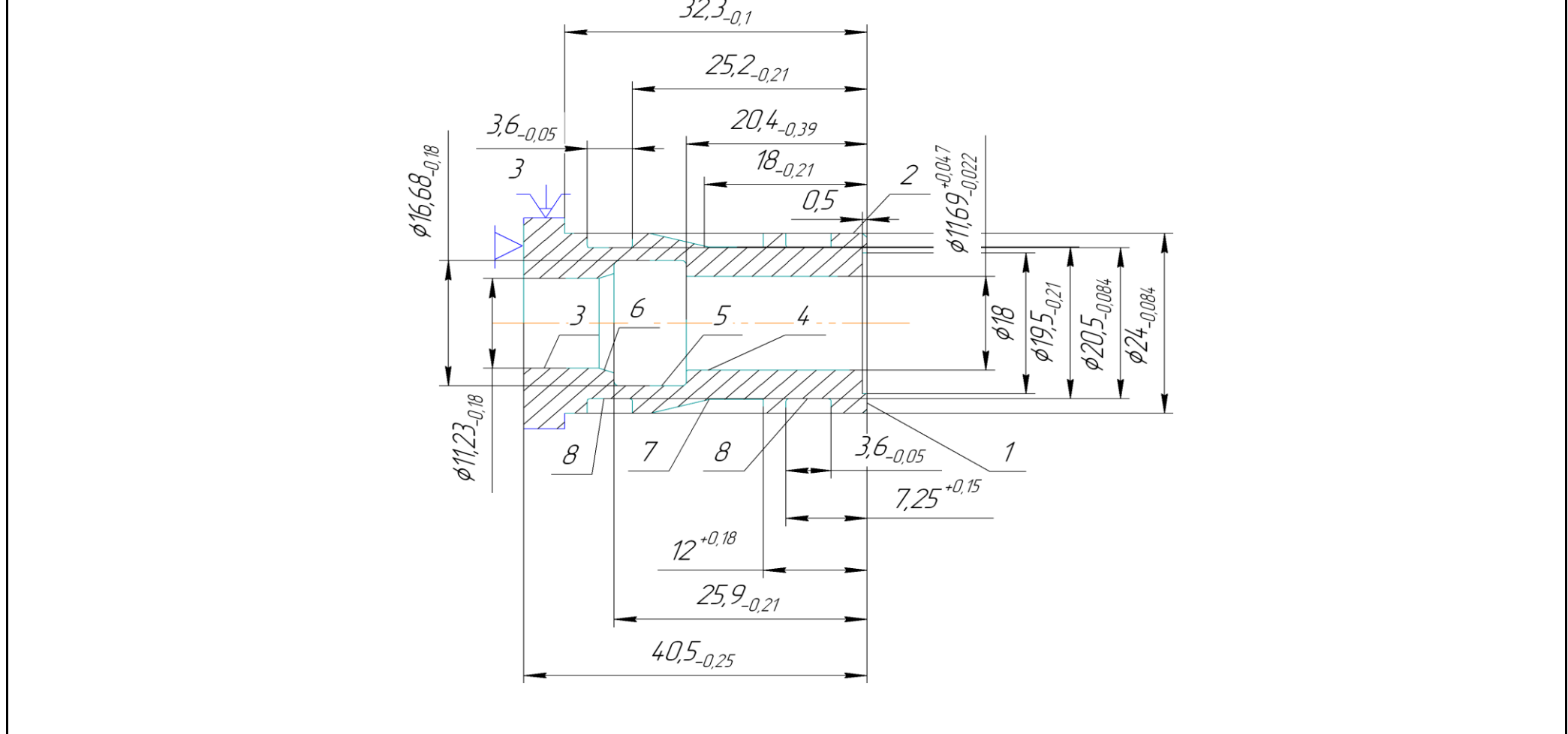
ДОДАТОК В Таблиця «Зведена відомість обладнання механічної дільниці цеху»

Таблиця В.1 - Зведена відомість обладнання механічної дільниці цеху

Тип і модель верстата	Габаритні розміри верстата, мм	Кількість	Потужність кВт		Маса обладнання, кг
			Одиницю обладнання	Спільна	
1	2	3	4	5	6
Токарно-гвинторізний 16K20	2795x1190x1500	6	7,5	45	3050
Токарний 1М63	1790x650x1250	4	2,8	11,2	900
Токарно-револьверний 1П365	3000x1200x1600	7	6,3	44,1	2200
Токарно-гвинторізний 16K20Ф3	3700x1700x2145	1	11	11	4050
Оброблювальний центр 2204ВМФ4	3470x2900x2825	1	6,3	6,3	7250
Токарний с ЧПУ Mazak integrex -200-IV-S	3820x2348x1800	1	22	22	5000
Токарний центр з ЧПУ T252 2S	1622x3316x1911	1	11	11	4700
		21			
Координатно-розточувальний 2A450	2670x3305x2660	1	4,5	4,5	7300
Вертик.-свердлильний 2P135Ф2-1	1000x500x1200	1	0,18	0,18	450
Вертик.-свердлильний 2A150	1200 x 800 x 2500	3	3	12	1700
Радіально-свердлувальний 2P53	400x600x2000	2	1,1	2,2	800
Розточувальний 2620A	2790×2060×2000	1	4,5	4,5	5082
		8			
Вертикально-фрезерний 6P12	2280x2265x1965	1	7,5	7,5	3250
Універсальний гориз.-фрез. 6P81	1560x2045x1610	4	5,5	27,5	2280
Оброблювальний центр AV-650	3750x3300x3100	1	25	25	7500
		6			
Круглошлифовальний п/а 3M153	2225×1775×1530	1	5,5	5,5	4000
Внутрішньошлифувальний 3K225B	2225×1775×1530	2	0,76	1,52	2800
Різешлифувальний 5822M	4000x2280x2240	1	7,2	7,2	5790
		4			
Різенарізний 5993П	600x350x600	1	1,5	1,5	200
		1			
Зубофрезерний 5Д32	1600x1950x1500	1	6	6	1500
		1			
Разом металорізальних верстатів		41			
Верстак	1200x500x850	1			
Верстак	1400x600x800	1			
Стелаж	2000x1500x1200	2			
Абразивно-відрізний верстат 8B220	935x500x630	1	4	4	180
Контрольний стіл		1			
Випробувальна установка		1			
Мийна установка		1			
Машина для фарбування		1			

Разраб.	Лісорор			УДУНТ		РД 39.016	
Керівник	Негруб						

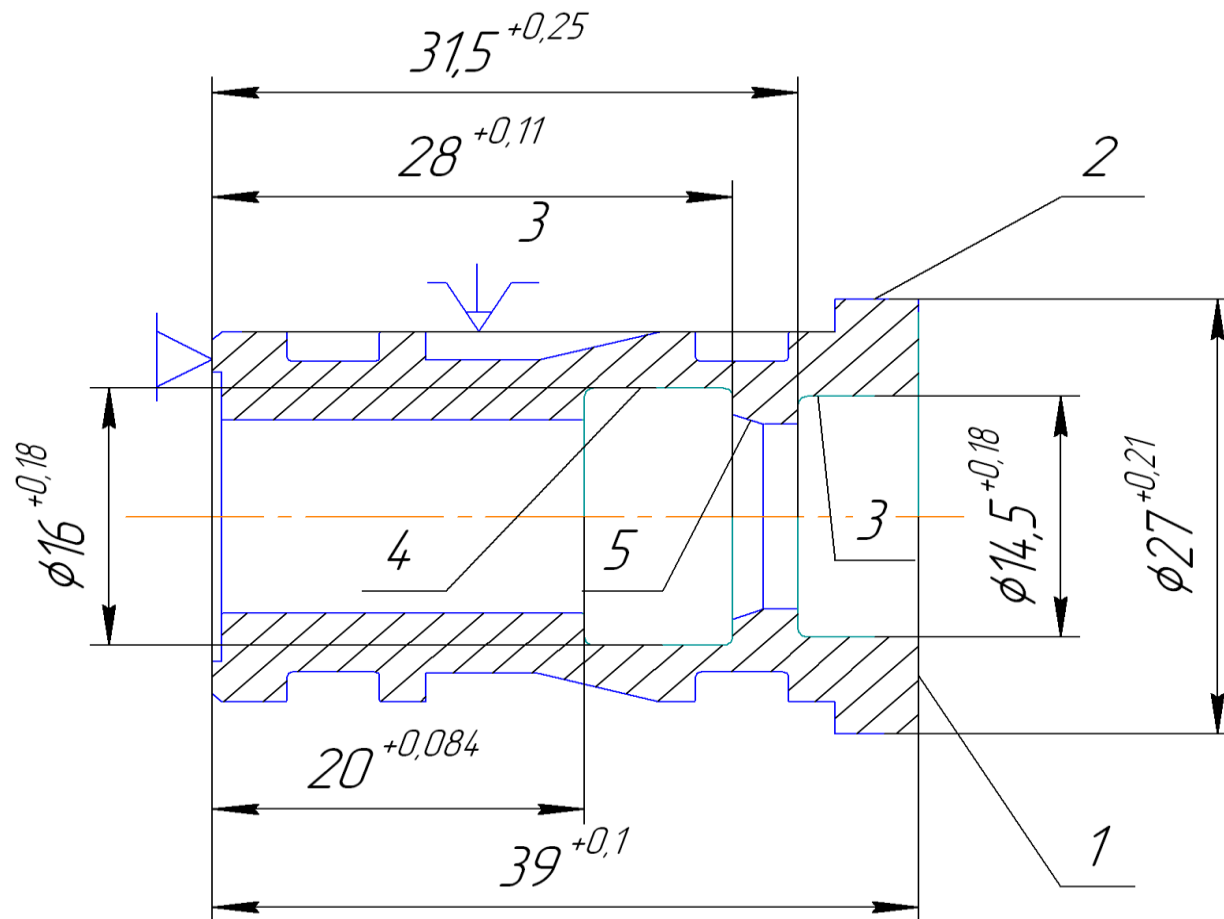
32.3



Дубл.			
Взам.			
Подл.			

[illegible]

Разраб.	Лісогор			УДУНТ		РД 39.016	
Керівник	Негруб						

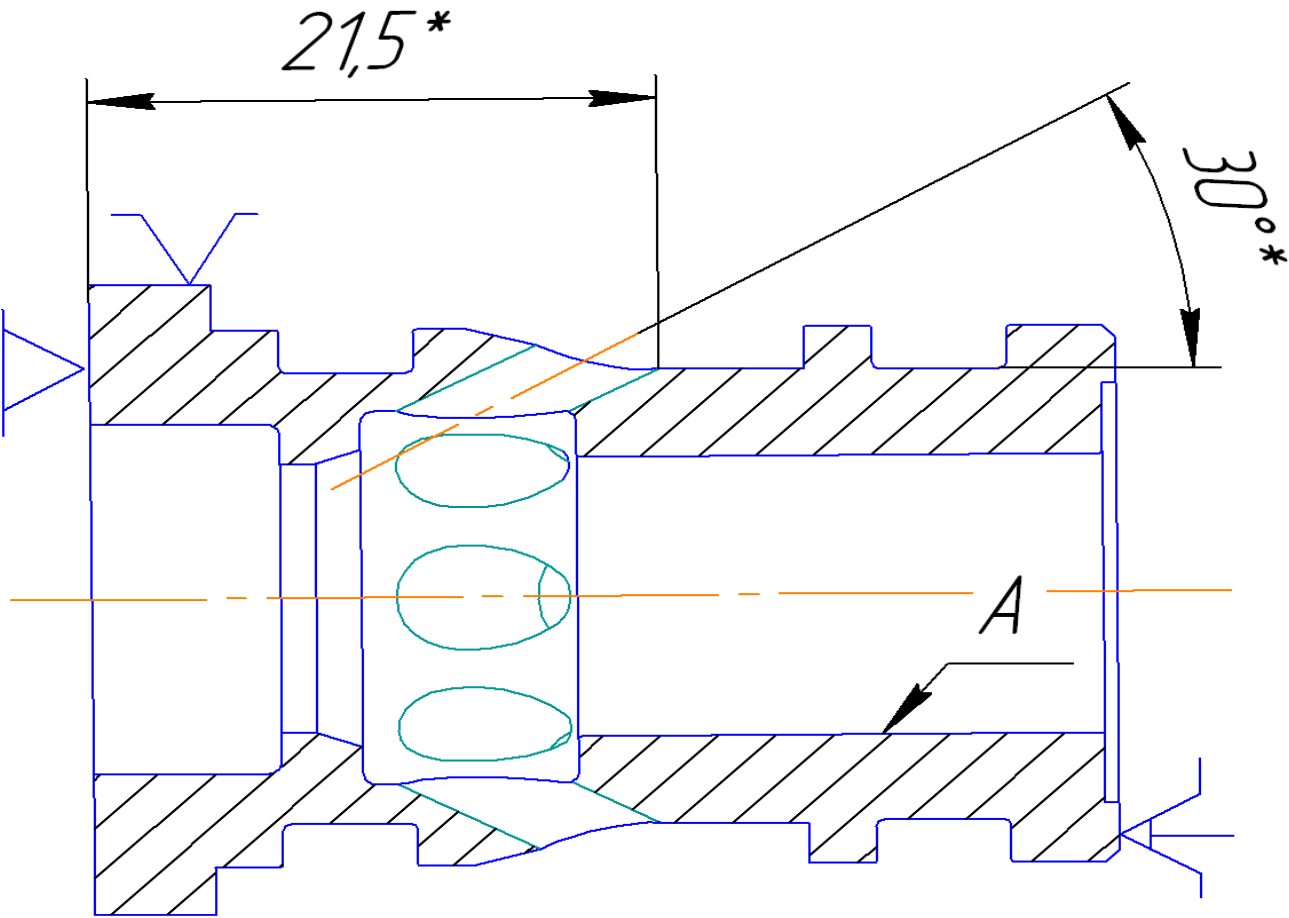
[illegible]

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

								1	1
--	--	--	--	--	--	--	--	---	---

Разраб.	Лісогор			УДУНТ		РД 39.016			
Керівник	Негруб								

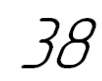
				Гільза					030
Н.контр.	Бончук								



Разраб.	Лісогор		
Керівник	Негруб		
Н.контр.	Бончук		

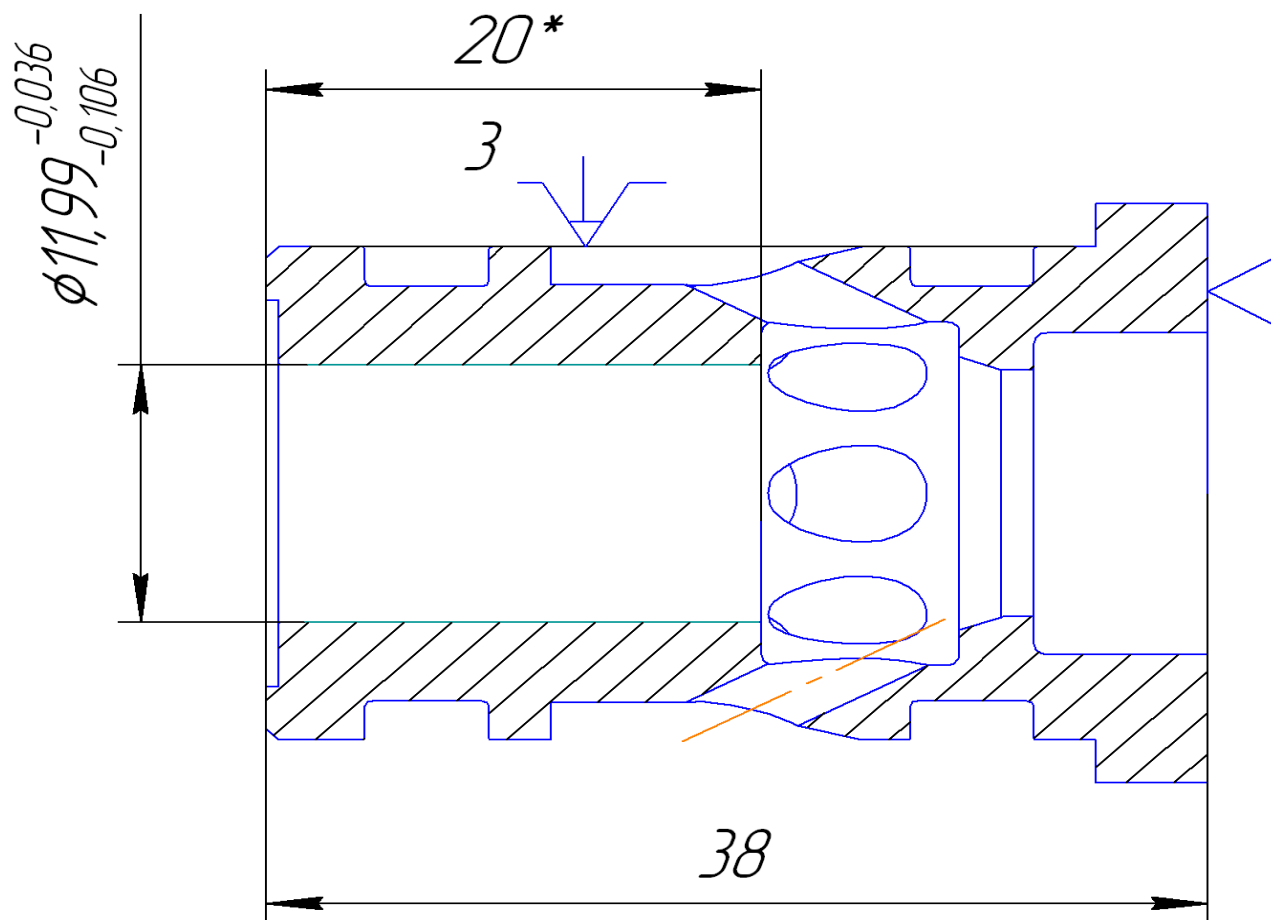
РД 39.016

050



Карта эскизов

Разраб.	Лісороб			УДУНТ		РД 39.016				
Керівник	Негруб									
				Гільза						065
Н.контр.	Бончук									

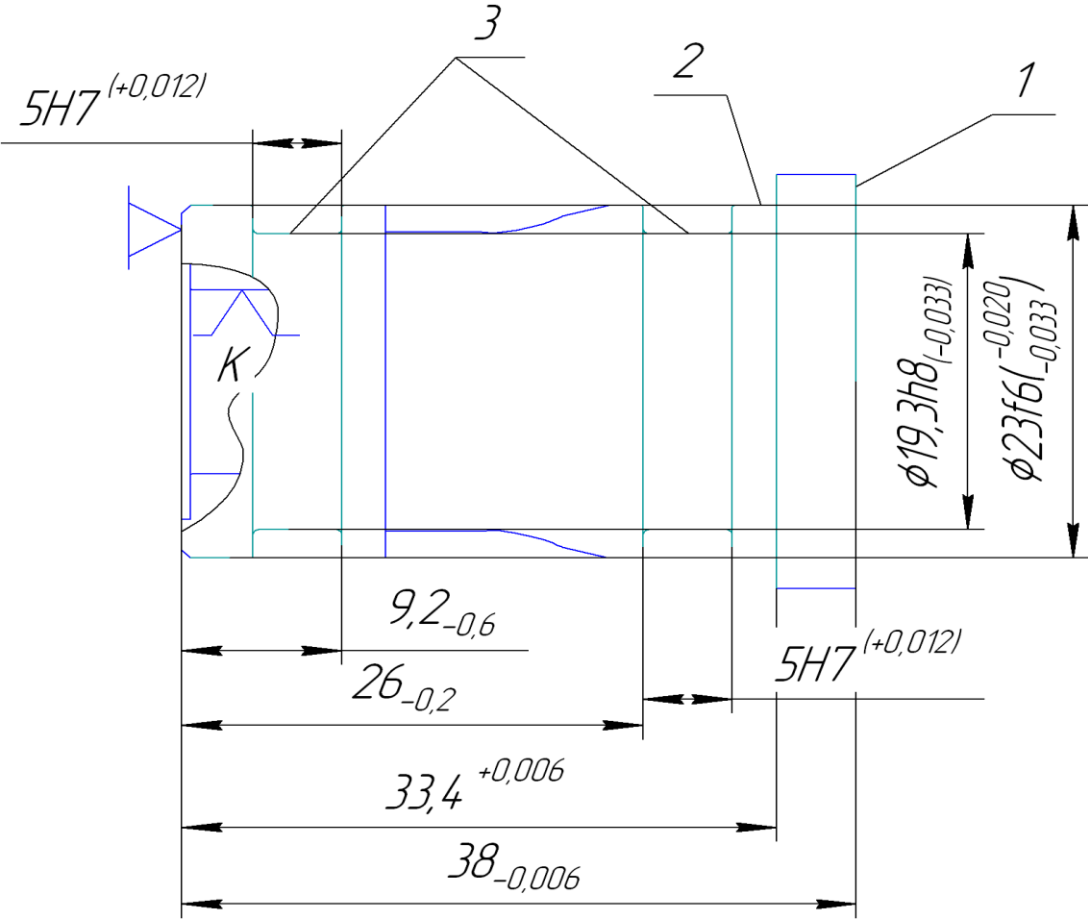


Дубл.			
Взам.			
Подл.			

									1	1
--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	---

Разраб.	Лісогор			УДУНТ		РД 39.016	
Керівник	Негруб						

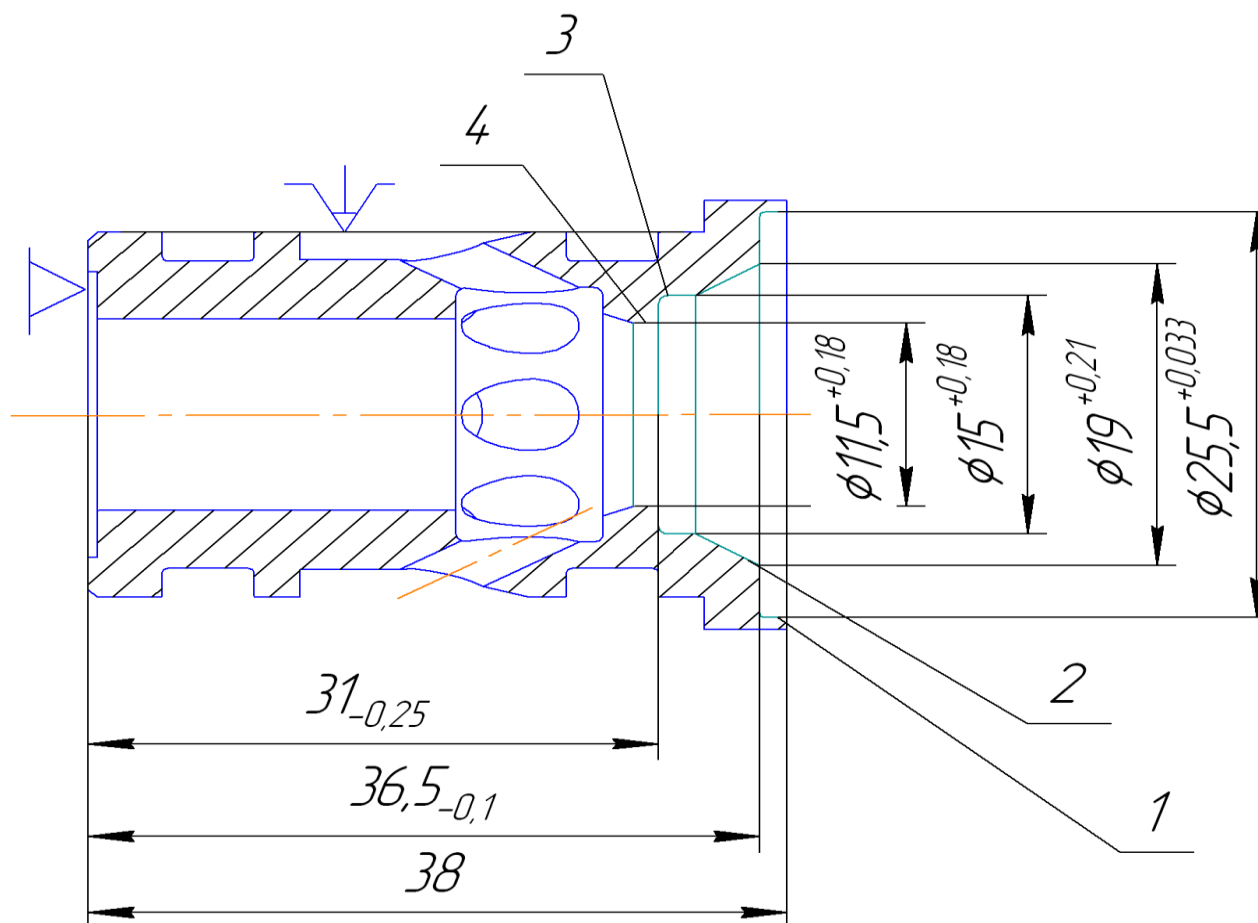
Н.контр.	Бончук			Гільза				070
----------	--------	--	--	--------	--	--	--	-----



Дубл.			
Взам.			
Подл.			

[illegible]

Разраб.	Лісогор			УДУНТ		РД 39.016				
Керівник	Негруб									
				Гільза						075
Н.контр.	Бончук									



Разраб.	Лісорор			УДУНТ		РД 39.016	
Керівник	Негруб						

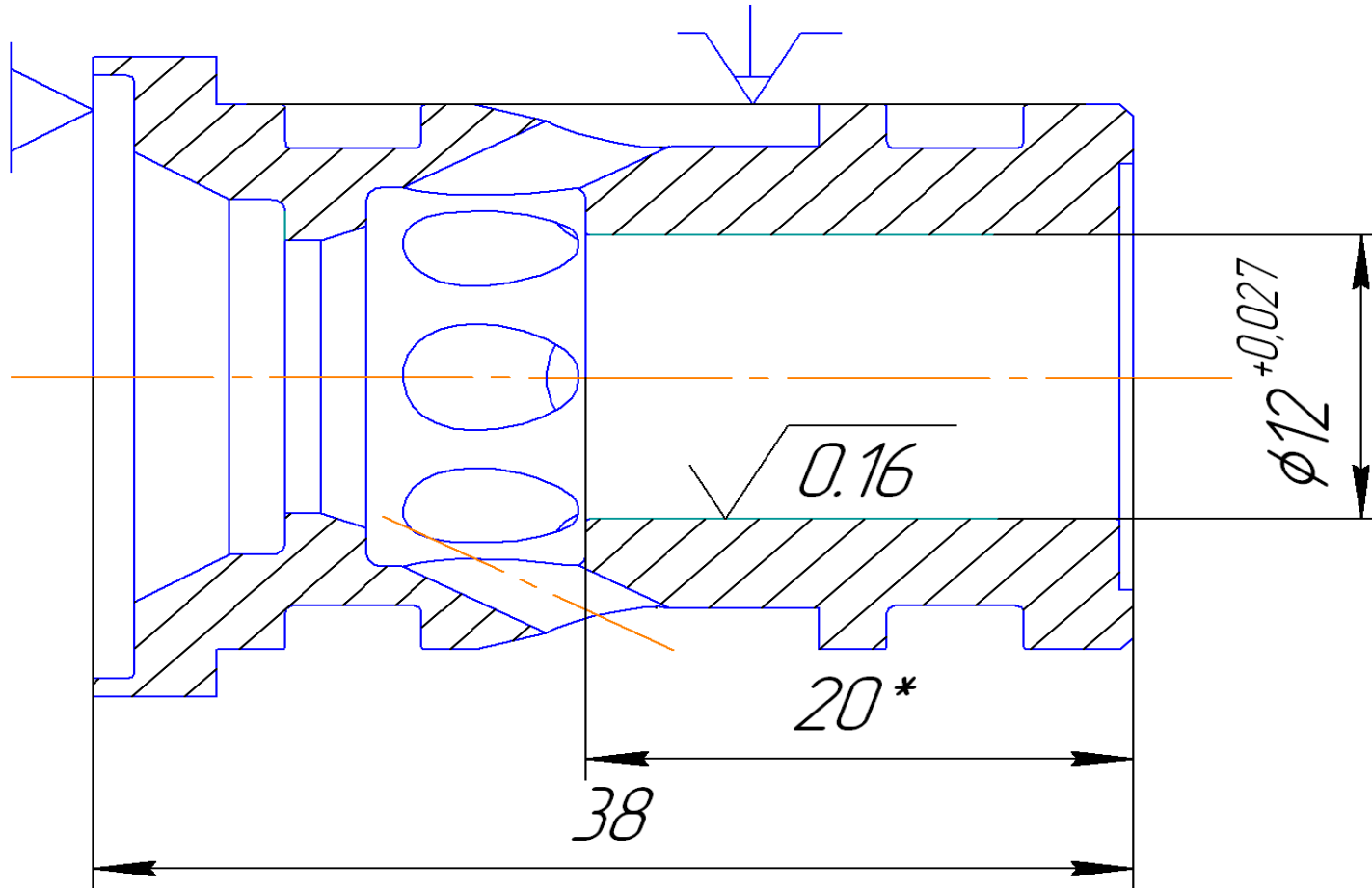
Technical drawing of a mechanical part showing a cross-section. The drawing includes the following dimensions and tolerances:

- Overall diameter: $\phi 11,5H11^{(+0,11)}$
- Inner diameter: $\phi 12,83^*$
- Dimension $B_6 = 28^*$
- Dimension $B_4 = 31^*$
- Dimension $B_1 = 38_{-0,006}$

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

[illegible][illegible]

Разраб.	Лісогор			УДУНТ		РД 39.016	
Керівник	Негуб						

[illegible]

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

[illegible]

Разраб.	Лісогор			УДУНТ		РД 39.0016				
Керівник	Негруб									
Н.контр.	Бончук			Гильза						005

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
Абразивно-отрезная	Сталь 12ХН3А ГОСТ 4543-71	НВ217	кз	0,06	30	206	
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	То	Тв	Тпз.	Тшт.	СОЖ	
8В220		0,2	0	0	0	Масло индустриальное 20	

P		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
---	--	----	---------	---	---	---	---	---	---

501	8B220
-----	-------

002	1. Отрезать заготовку, выдерживая размер 405мм
-----	--

Т03	Круг 100x0,6x20 14А 40-Н 27 Б 80 м/с 2 кл. 24А ГОСТ 21963-82
-----	--

P04	0,6	1	0,567	30	0
-----	-----	---	-------	----	---

05	
----	--

06	
----	--

07	
----	--

08	
----	--

09	
----	--

10	
----	--

10	
11	

11	
12	

12	
13	

[illegible]

OK	Операционная карта	
-----------	--------------------	--

Разраб.	Лісогор			УДУНТ		РД 39.0016				
Керівник	Негруб									
Н.контр.	Бончук			Гильза						010

P		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
---	--	----	---------	---	---	---	---	---	---

P04	30	1,3	1	0,2	1540	#	145
-----	----	-----	---	-----	------	---	-----

P07	30	31	2,4	2	0,2	1405	132
-----	----	----	-----	---	-----	------	-----

Т09	Сверло 2317-0108 Р6М5 ГОСТ 14952-75
-----	-------------------------------------

P10	0,1	38	2432
-----	-----	----	------

Т12	свердло Ø10 Sandvik Coromant 860.1-0100-040A1-PM 4234
-----	---

[illegible]

OK	Операционная карта	
----	--------------------	--

010

001 5. Расточить отверстие 4, выдерживая размеры $\pm 11,23$ и 25,9

T02 Резец C08MSCLCR06 пластина CNMG120408

P03	11,7	26	1,7	1	0,2	3795	139
-----	------	----	-----	---	-----	------	-----

004 6. Расточить отверстие 5, выдерживая размеры $\pm 16,68$ и $27,3; 20,4$.

T05 Резец C08MSCLCR06 пластина CNMG120408

P06	16,68	7	1,3	4	0,2	1200	150
-----	-------	---	-----	---	-----	------	-----

007 7. Точить торец окончательно 1

T08 Резец PCLNR 2525M12 пластина CNMG FG120408

P09	25	0,6	1	0,2	3000	145
-----	----	-----	---	-----	------	-----

О10 8. Точить цилиндр окончательно 2, выдерживая размеры ± 24 и $32,2$

Т11	Резец PCLNR 2525M12 пластина CNMG FG120408
-----	--

P12	24,55	26	1,1	2	0,1	2000	180
-----	-------	----	-----	---	-----	------	-----

О13 9. Точить канавки окончательно 8, выдерживая размер $\pm 19,5$, 3,6; 25,2; 7,25.

Т14 Резец TGB32-3 пластина TDJ3

P15	24	1,1	5	0,08	1400	120
-----	----	-----	---	------	------	-----

О16 10. Точить наружные поверхности 7 предварительно, выдерживая размеры $\pm 20,1$ и $16,7$

Т17	Резец	TGB32-3 пластина TDJ3
-----	-------	-----------------------

P18	20,6	10	0,5	3	0,08	1400	120
-----	------	----	-----	---	------	------	-----

Операционная карта

010

001	11. Точить наружные поверхности 7 окончательно, выдерживая размеры $\pm 19,5$ и 18
-----	--

Т02	Резец	TGB32-3 пластина TDJ3
-----	-------	-----------------------

P03	20,4	9	0,3	4	0,05	1200	80
-----	------	---	-----	---	------	------	----

004 12. Расточить отверстие 4 окончательно, выдерживая размер $\pm 11,8$

Т05 Резец C08MSCLCR06 пластина CNMG FG120408

P06	11,8	27,3	0,3	1	0,08	1500	120
-----	------	------	-----	---	------	------	-----

007 13. Расточить отверстие ± 18 окончательно, выдерживая размер 0,5

Т08 Резец C08MSCLCR06 пластина CNMG FG120408

P09	18	0,5	0,5	1	0,1	1200	120
-----	----	-----	-----	---	-----	------	-----

О10 14. Расточить конус 6, выдерживая размеры $\pm 11,8$ и 25,9.

Т11 Резец C08MSCLCR06 пластина CNMG FG120408

P12	14	2	0,6	1	0,1	1200	120
-----	----	---	-----	---	-----	------	-----

О13 15. Отрезать деталь, выдерживая размер 40,5

Т14	Резец TGB32-3 пластина TDJ3
-----	-----------------------------

P15	30	2	1	0,04	1000	100
-----	----	---	---	------	------	-----

М16 3-5% УКРИНОЛ-1

M17 TY38-101197-76

18

OK

Операционная карта

[illegible]

[illegible]

025

001 5. Точить цилиндр окончательно, выдерживая размер ± 27

Т02 Резец PCLNR 2525M12 пластина CNMG FG120408

P03	27,8	7	0,6	1	0,2	2000	180
-----	------	---	-----	---	-----	------	-----

004 6. Расточить глухое отверстие предварительно 3, выдерживая размер $\pm 14,5$

Т05 Резец C08MSCLCR06 пластина CNMG FG120408

P06		12,7	6,8	1	2	0,2	1500	120
-----	--	------	-----	---	---	-----	------	-----

007 7. Расточить отверстие окончательно 5, выдерживая размеры ± 16 ; 20 и 27.

Т08 Резец C08MSCLCR06 пластина CNMG FG120408

P09	16,68	7	0,6	1	0,15	1500	120
-----	-------	---	-----	---	------	------	-----

010 8. Точить конус окончательно 5

Т11 Резец C08MSCLCR06 пластина CNMG FG120408

P12	11,5	1,8	0,5	1	0,08	1500	120
-----	------	-----	-----	---	------	------	-----

Т13 Трехкулачковый патрон 12" Big Bore

М14 3-5% УКРИНОЛ-1

M15 TY38-101197-76

16

17

18

OK

Операционная карта

--

Разраб.	Лісогор			УДУНТ		РД 39.0016				
Керівник	Негруб									
Н.контр.	Бончук			Гильза						030

P		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
---	--	----	---------	---	---	---	---	---	---

002	1. Сверлить 8-им отверстий $\pm 4,5$, выдерживая размер 21,5 и 30°
-----	--

P04	8	4,5	6	2,25	1	0,01	326	4,6
-----	---	-----	---	------	---	------	-----	-----

06	
----	--

08	
----	--

10	
----	--

12	
----	--

OK	Операционная карта	
----	--------------------	--

Операционная карта

[illegible]

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

[illegible]

Разраб.	Лісогор		13.05.14	УДУНТ		РД 39.0016				
Керівник	Негуб									
				Гильза						050
Н.контр.	Бончук									

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
Внутришлифовальная	Сталь 12ХН3А ГОСТ 4543-71	HRC=63	кз	0,06	27 38,2	206	1
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	То	Тв	Тпз.	Тшт.	СОЖ	
3К225В		0,12	2,39	2,51	3,42	Масло индустриальное 20	

P		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
---	--	----	---------	---	---	---	---	---	---

Б01	3K225B
-----	--------

002	1. Шлифовать отверстие предварительно $\pm 11,93$, выдерживая размер 20
-----	--

Т03	Крыс 2720-0185 24А ГОСТ 16168-80
-----	----------------------------------

P04	11,7	20	0,006	405	14,9
-----	------	----	-------	-----	------

M05	Масло индустриальное 20
-----	-------------------------

M06	ГОСТ 20799-75
-----	---------------

Т07	Патрон 7100-0001 ГОСТ 2675-80
-----	-------------------------------

08	
----	--

09	
----	--

10	
----	--

11	
----	--

12	
----	--

[illegible]

OK	Операционная карта	
----	--------------------	--

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

[illegible]

Разраб.	Лісорор			УДУНТ		РД 39.0016				
Керівник	Негруб									
Н.контр.	Бончук			Гильза						055

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
Старение	Сталь 12ХН3А ГОСТ 4543-71	HRC=63	кг	0,06	27 38,2	206	
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	To	Tв	Тпз.	Тшт.	СОЖ	
		0	0	0	0,69	Масло индустриальное 20	

P		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
---	--	----	---------	---	---	---	---	---	---

Б01	Печь ванна
02	
03	
04	
05	
06	
07	
08	
09	
10	
11	
12	
13	

OK	Операционная карта	
----	--------------------	--

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

[illegible]

Разраб.	Лісогор			УДУНТ		РД 39.0016				
Керівник	Негуб									
				Гильза						065
Н.контр.	Бончук									

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
Внутришлифовальная	Сталь 12ХН3А ГОСТ 4543-71	HRC=63	кг	0,06	27 38,2	206	1
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	То	Тв	Тпз.	Тшт.	СОЖ	
3K225B		0,15	1,14	1,29	1,78	Масло промышленное 20	

P		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
---	--	----	---------	---	---	---	---	---	---

Б01	Внутришлифовальный станок 3К225В
-----	----------------------------------

002	1. Шлифовать отверстие окончательно $\pm 11,99$, выдерживая размер 20
-----	--

Т03	Крыс 2720-0185 24А ГОСТ 16168-80
-----	----------------------------------

P04	11,8	20	0,006	404	15
-----	------	----	-------	-----	----

Т05	Патрон 7100-0001 ГОСТ 2675-80
-----	-------------------------------

M06	Масло индустриальное 20
-----	-------------------------

M07	ГОСТ 20799-75
-----	---------------

08	
----	--

09	
----	--

10	
----	--

11	
----	--

12	
----	--

12	
13	

[illegible]

OK	Операционная карта	
-----------	--------------------	--

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

			2	1
--	--	--	---	---

Разраб.	Лісогор			УДУНТ		РД 39.0016				
Керівник	Негруб									
Н.контр.	Бончук			Гильза						070

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
Круглошлифовальная	Сталь 12ХНЗА ГОСТ 4543-71	HRC=63	кз	0,06	27 38,2	206	1
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	То	Тв	Тпз.	Тшт.	СОЖ	
		3,73	2,45	6,18	8,38	Масло индустриальное 20	

P		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
---	--	----	---------	---	---	---	---	---	---

Б01	Круглошлифовальный п/автомат 3М153
-----	------------------------------------

002	1. Шлифовать торец 1 предварительно, выдерживая размер 38,2
-----	---

ТО3	Круж 1 40x40x16 24А 25-П СТ К 35м/с А 1кл. 24А ГОСТ 2424-83; Индикатор 2 МИГ-0 ГОСТ 9696-82
-----	---

P04	1	0,57	27	0
-----	---	------	----	---

005	2. Шлифовать поверхность 2 предварительно, выдерживая размер $\pm 19,43$ и $33,2$
-----	---

Т06	Круг 1 40x40x16 24А 25-П СТ К 35м/с А 1кл. 24А ГОСТ 2424-83
-----	---

P07	19,43	1,6	525	32
-----	-------	-----	-----	----

P08	0,47
-----	------

009	3. Шлифовать торец 1 окончательно, выдерживая размер 38
-----	---

Т10	Круг 1 40x40x16 24А 25-П СТ К 35м/с А 1кл. 24А ГОСТ 2424-83; Индикатор 1 МИГ-0 ГОСТ 9696-82
-----	---

P11	1	0,6	27	0
-----	---	-----	----	---

О12	4. Шлифовать поверхность 2 окончательно, выдерживая размер $\pm 19,3$ и $33,4$
-----	--

Т13	Индикатор 1 МИГ-0 ГОСТ 9696-82; Круг 1 40x40x16 24А 25-П СТ К 35м/с А 1кл. 24А ГОСТ 2424-83;
-----	--

OK	Операционная карта	
----	--------------------	--

070

01 Калибр-скоба 8115-0015 ГОСТ 18367-73

P02	19,3	1,6	525	32
-----	------	-----	-----	----

P03 0,47

004 5. Шлифовать канавки 3 предварительно, выдерживая размеры 4,82 и 9,2

ТО5 Крыс 1 300*3,0*32 14А 50-П СТ 33В 50м/с 2 кл 24А ГОСТ 2424-83

P06	19,43	2,43	525	32
-----	-------	------	-----	----

P07	0,688
-----	-------

008] 6. Шлифовать канавки 3 окончательно, выдерживая размеры 5 и 9,2

ТО9 Круг 1 400*4,0*51 14А 50-П СТ-Т 33ВУ 60м/с 2 кл 24А ГОСТ 2424-83; Угломер 1-2 ГОСТ 5378-88;

10 Калибр-скоба 8115-0011 ГОСТ 18367-73

P11	19,3	2,43	525	32
-----	------	------	-----	----

P12	0,688
-----	-------

Г13 Комплект оправок 7110-0534-12 ГОСТ 31.1066.03-97

м14	Масло индустриальное 20
-----	-------------------------

ГОСТ 20799-75

16	
----	--

17	
----	--

18	
----	--

Операционная карта

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

			2	1
--	--	--	---	---

Разраб.	Лісогор			УДУНТ		РД 39.0016				
Керівник	Негуб									
Н.контр.	Бончук			Гильза						075

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
Токарная с ЧПУ	Сталь 12ХН3А ГОСТ 4543-71	HRC=63	кг	0,06		206	1
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	То	Тв	Тпз.	Тшт.	СОЖ	
		0,111	1,17	3,28	4,46	3-5% УКРИНОЛ-1	

P		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
---	--	----	---------	---	---	---	---	---	---

Б01	<i>Mazak integrex-200-IV-S</i>
-----	--------------------------------

002	1. Расточить глухое отверстие 1 предварительно, выдерживая размер ± 25 и 37,3
-----	---

Т03	Резец C08MSCLCR06 пластина CNMA 120404
-----	--

P04	23,9	8	1,3	1	0,2	1200	120
-----	------	---	-----	---	-----	------	-----

005	2. Расточить коническое отверстие 2 предварительно, выдерживая размеры $\pm 19,6$ и $\pm 14,5$
-----	--

Т06	Резец C08MSCLCR06 пластина CNMA 120404
-----	--

P07	19,6	7	1,3	1	0,2	1200	120
-----	------	---	-----	---	-----	------	-----

008	3. Расточить глухое отверстие 1 окончательно, выдерживая размер $\pm 25,5$ и $36,4$
-----	---

Т09	Резец C08MSCLCR06 пластина CNMA 120404
-----	--

P10	25	8	0,6	1	0,08	1500	120
-----	----	---	-----	---	------	------	-----

О11	4. Расточить коническое отверстие окончательно, выдерживая размеры
-----	--

Т12	Резец C08MSCLCR06 пластина CNMA 120404; Угломер 1-2 ГОСТ 5378-88
-----	--

P13				19	4	0,5	2	0,08	1500	120
-----	--	--	--	----	---	-----	---	------	------	-----

OK	Операционная карта	
----	--------------------	--

[illegible][illegible]

P		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
O01	<i>5. Расточить глухое отверстие 3 окончательно, выдерживая размер ±15 и 31</i>								
T02	<i>Резец C08MSCLCR06 пластина CNMA 120404</i>								
P03		14,5	2	0,5	1	0,08	1500	120	
O04	<i>6. Расточить сквозное отверстие 4 окончательно, выдерживая размер ±11,5</i>								
T05	<i>Резец C08MSCLCR06 пластина CNMA 120404</i>								
P06		11,2	1,5	0,3	1	0,08	1500	120	
T07	<i>Трехкулачковый патрон 12" Big Bore</i>								
M08	<i>З-5% УКРИНОЛ-1</i>								
M09	<i>ТУ38-101197-76</i>								
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

[illegible]

Разраб.	Лісогор			УДУНТ		РД 39.0016				
Керівник	Негруб									
Н.контр.	Бончук			Гильза						080

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
Внутришлифовальная	Сталь 12ХН3А ГОСТ 4543-71	HRC=63	кз	0,06	27 38	206	1
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	То	Тв	Тпз.	Тшт.	СОЖ	
3К225В		0,06	1,15	0,4	1,66	3-5% УКРИНОЛ-1	

P		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
---	--	----	---------	---	---	---	---	---	---

B01	3K225B
-----	--------

002	1. Шлифовать коническое отверстие окончательно, выдерживая размеры указанные на эскизе
-----	--

ТОЗ	Круг 2720-0185 24А ГОСТ 16168-80; Глубиномер Г И-100 ГОСТ 7661-67
-----	---

P04	12,83	4	372	15
-----	-------	---	-----	----

Т05	Патрон 7100-0001 ГОСТ 2675-80
-----	-------------------------------

М06	Масло индустриальное 20
-----	-------------------------

M07	ГОСТ 20799-75
-----	---------------

08	
----	--

09	
----	--

10	
----	--

11	
----	--

12	
----	--

13	
----	--

[illegible]

OK

Операционная карта

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

1	1
---	---

Разраб.	Лісогор			УДУНТ		РД 39.0016				
Керівник	Негруб									
Н.контр.	Бончук			Гильза						105

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
Внутришлифовальная	Сталь 12ХН3А ГОСТ 4543-71	HRC=63	кз	0,06	27 38	206	1
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	То	Тв	Тпз.	Тшт.	СОЖ	
3К225В		0,16	2,05	1	3,56	Масло индустриальное 20	

P		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
---	--	----	---------	---	---	---	---	---	---

Б01	3K225B
-----	--------

002	1. Довести отверстие окончательно, выдерживая размер ± 12
-----	---

Т03	Щетки OSBORN Novoflex-B; Калибр-пробка 8133-0926 ГОСТ 14810-69
-----	--

P04	12	20	398	15
-----	----	----	-----	----

Т05	Патрон 7100-0001 ГОСТ 2675-80
-----	-------------------------------

M06	Масло индустриальное 20
-----	-------------------------

M07	ГОСТ 20799-75
-----	---------------

08	
----	--

09	
----	--

11	
----	--

12	
----	--

13	
----	--

OK	Операционная карта	
----	--------------------	--

[illegible]

Разраб.	Лісогор			УДУНТ		РД 39.0016				
Керівник	Негруб									
Н.контр.	Бончук			Гильза						115

P		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
---	--	----	---------	---	---	---	---	---	---

002	1. Довести коническое отверстие окончательно, выдерживая размеры ± 12 и $\pm 12,73$
-----	---

P04	12,73	3,7	375,071 15
-----	-------	-----	------------

M06	ГОСТ 20799-75
-----	---------------

08	
----	--

10	
----	--

12	
----	--

OK	Операционная карта	
----	--------------------	--

Операционная карта

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

[illegible]

Разраб.	Лісогор			УДУНТ		РД 39.0016				
Керівник	Негруб									
Н.контр.	Бончук			Гильза						120

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
Размагничивание	Сталь 12ХН3А ГОСТ 4543-71	HRC=63	кз	0,06	27 38	206	
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	То	Тв	Тпз.	Тшт.	СОЖ	
		0	0	0	0,97	Масло индустриальное 20	

P		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
---	--	----	---------	---	---	---	---	---	---

Б01	Установка РУ-2
02	
03	
04	
05	
06	
07	
08	
09	
10	
11	
12	
13	

OK	Операционная карта	
----	--------------------	--

Операционная карта

