

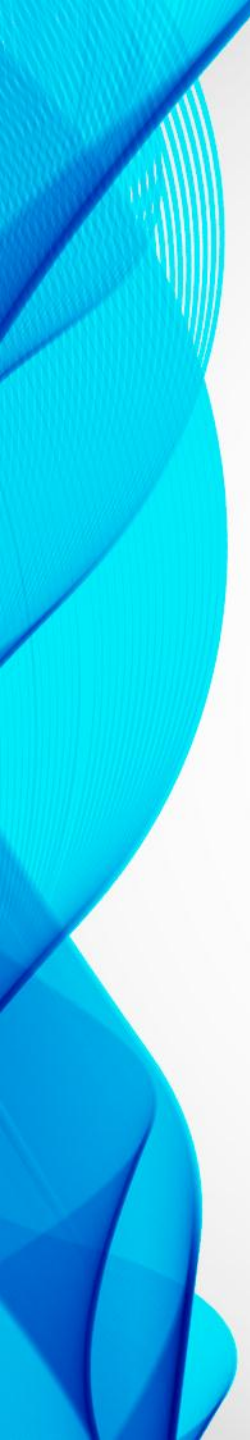
**Магістерська кваліфікаційна  
робота  
«Вплив технології бейнітного  
гартування на якість та  
експлуатаційні властивості  
шліцевих муфт»**

Виконала студентка гр. 13В-16м  
Грига Ганна Анатоліївна  
Керівник д.т.н., професор  
Савуляк Валерій Іванович

**Мета роботи: Вдосконалення технології термічної обробки сірих чавунів задля підвищення їх механічних і триботехнічних властивостей.**

### **Задачі дослідження:**

- 1** Вивчення стану досліджень в області термічної обробки сірих чавунів та їх аналіз;
- 2** Теоретичне і експериментальне дослідження особливостей бейнітного перетворення в сірих чавунах;
- 3** Дослідження структури, механічних та експлуатаційних властивостей чавунів, загартованих на бейніт;
- 4** Розробка рекомендацій щодо удосконалення технології термічної обробки шліцевих муфт.

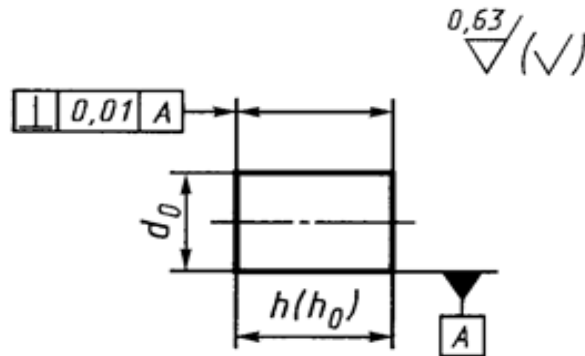


**Наукова новизна** полягає в отриманні нових теоретичних і експериментальних результатів в області створення і застосування чавунів. А саме:

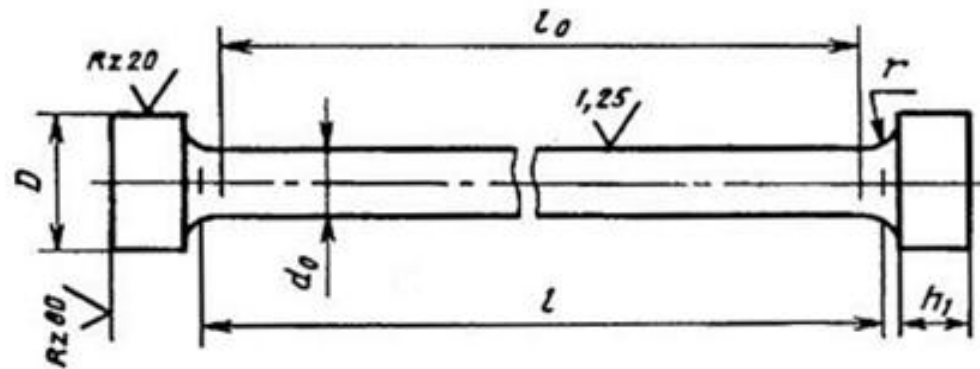
- ❖ встановлено, що термічна обробка сірих чавунів (на прикладі виробництва Барського машинобудівного заводу) методом гартування в двох водах з подальшою ізотермічною обробкою дозволяє підняти їх марку з СЧ10 до СЧ15-20;
- ❖ вперше обґрунтовані режими термічної обробки сірих чавунів з утворенням бейнітної матриці, які забезпечують збільшення твердості матриці чавуну в 1,5 рази, а допустимих напружень на стиск і розтяг в 2 рази.

Дослідження проводились на матеріалі сірий чавун СЧ-10 виробництва Барського машинобудівного заводу .

Готові зразки ділились на групи: випробувались без додаткової термообробки на стиск та розтяг, друга група – піддавались термообробці а потім випробовувались за аналогічною методикою.

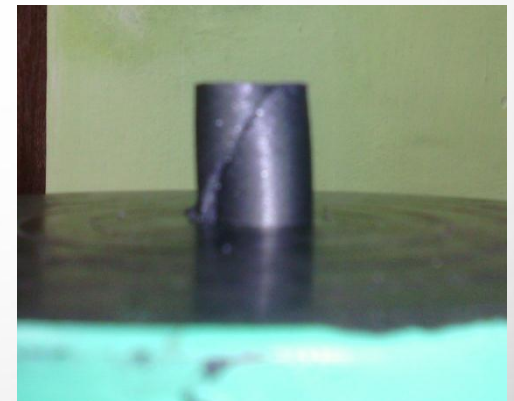


Креслення зразків для випробування на стиск згідно ГОСТ 25.503-80



Креслення зразків для випробування на розтяг ГОСТ 1497-84

Зруйнований зразок після прикладання навантаження на стиск.





Для нагрівання під час термообробки використовувались муфельні печі ПМ-8



Твердість досліджуваного чавуну визначалась за допомогою твердоміра Віккерса



Мікроструктура була досліджена за допомогою мікроскопа МИМ 8



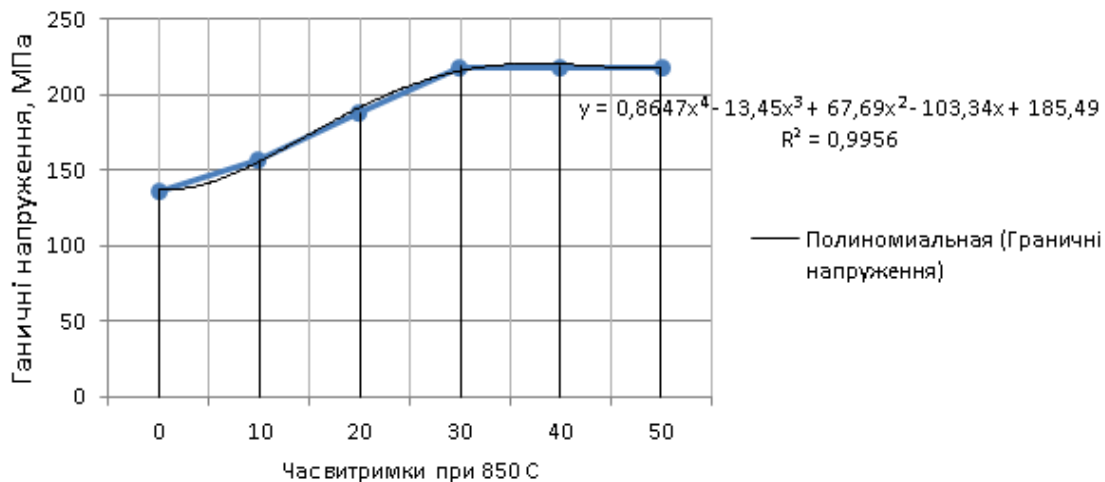
# Планування експерименту для визначення впливу факторів термообробки на твердість бейнітного чавуну

## Результати експериментів

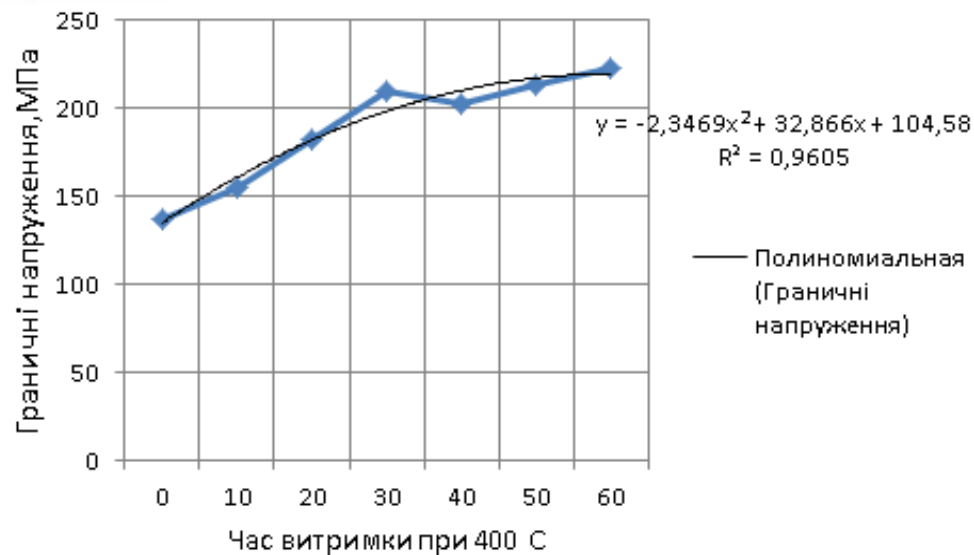
№ дослідження	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	Y	X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	X <sub>23</sub>	X <sub>0</sub>	X <sub>123</sub>	y
1	+1	+1	+1	391,41	+1	+1	+1	+1	+1	482.03
2	-1	+1	+1	436,79	-1	-1	+1	+1	-1	409.85
3	+1	-1	+1	387,27	-1	+1	-1	+1	-1	462.97
4	-1	-1	+1	448,15	+1	-1	-1	+1	+1	428.91
5	+1	+1	-1	458,48	+1	-1	-1	+1	-1	425.83
6	-1	+1	-1	428,94	-1	+1	-1	+1	+1	405.97
7	+1	-1	-1	432,59	-1	-1	+1	+1	+1	406.77
8	-1	-1	-1	463,76	+1	+1	+1	+1	-1	425.03
9	0	0	0	419,64						
10	0	0	0	426,88						
11	0	0	0	402,34						
12	0	0	0	399,01						
13	0	0	0	405,72						
14	0	0	0	409,13						

В результаті проведених розрахунків було отримано адекватну регресійну модель впливу факторів на твердість загартованого на бейніт сірого чавуну

$$HV = 461,61 - 6,73t_1 - 7,62t_2 - 4,48t_3 + 0,19t_1t_2 - 0,09t_1t_3$$

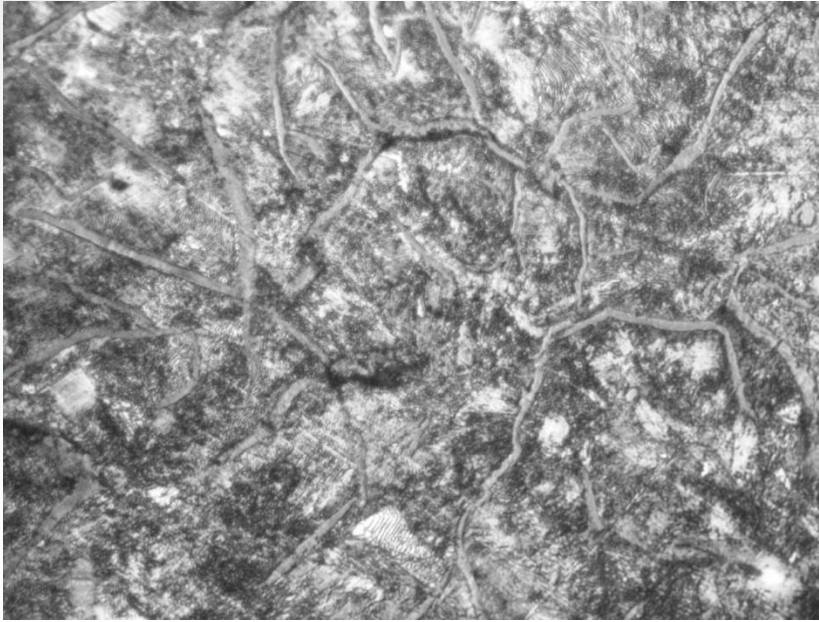


Залежність граничних напружень при стиску від часу витримки в печі при 850°C

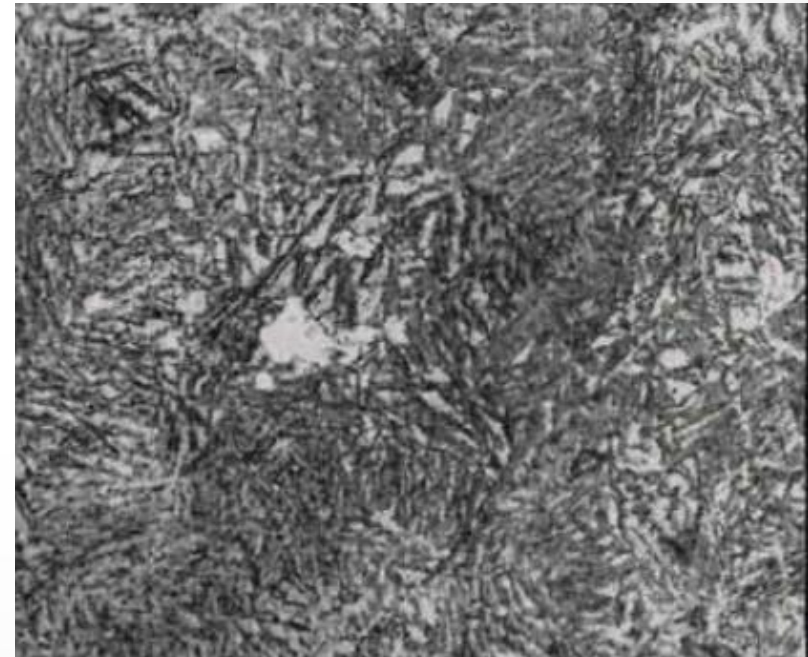


Залежність граничних напружень при стиску від часу витримки в печі при 400°C

# Мікроструктури чавунів з бейнітною матрицею



а) збільшення  $\times 100$

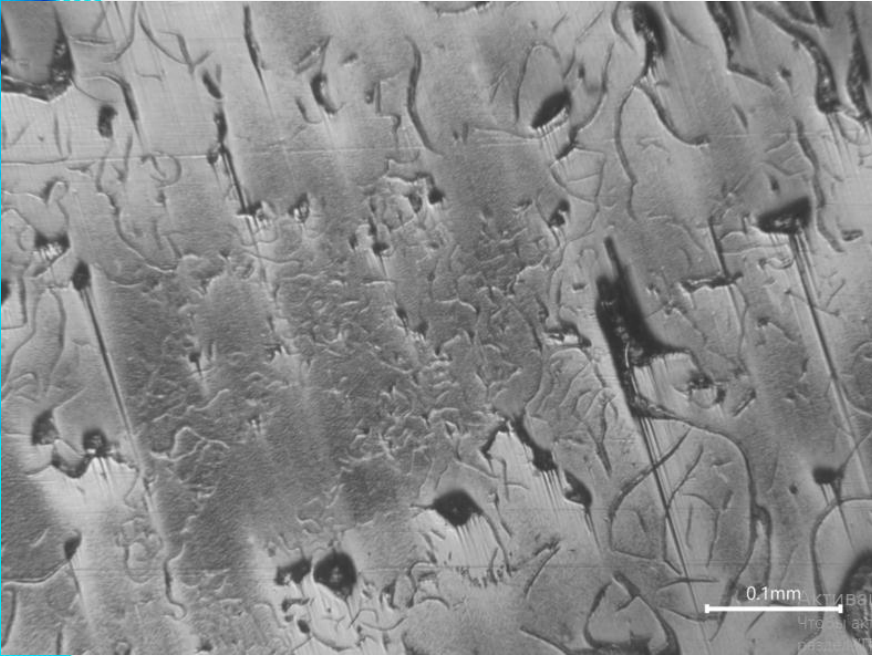


б) збільшення  $\times 500$

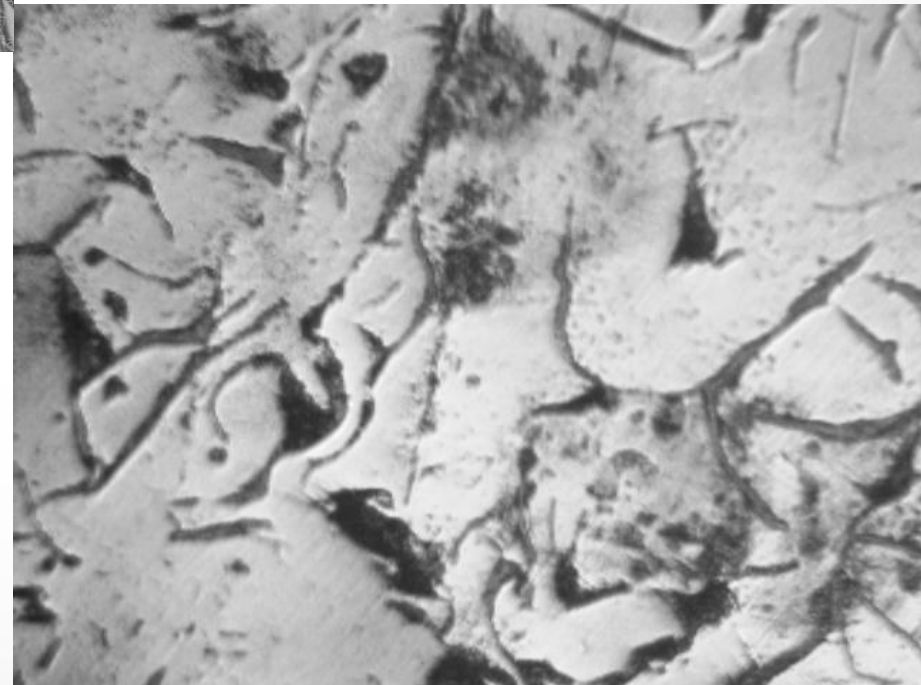


# Структура сірого чавуну СЧ10 після термічної обробки

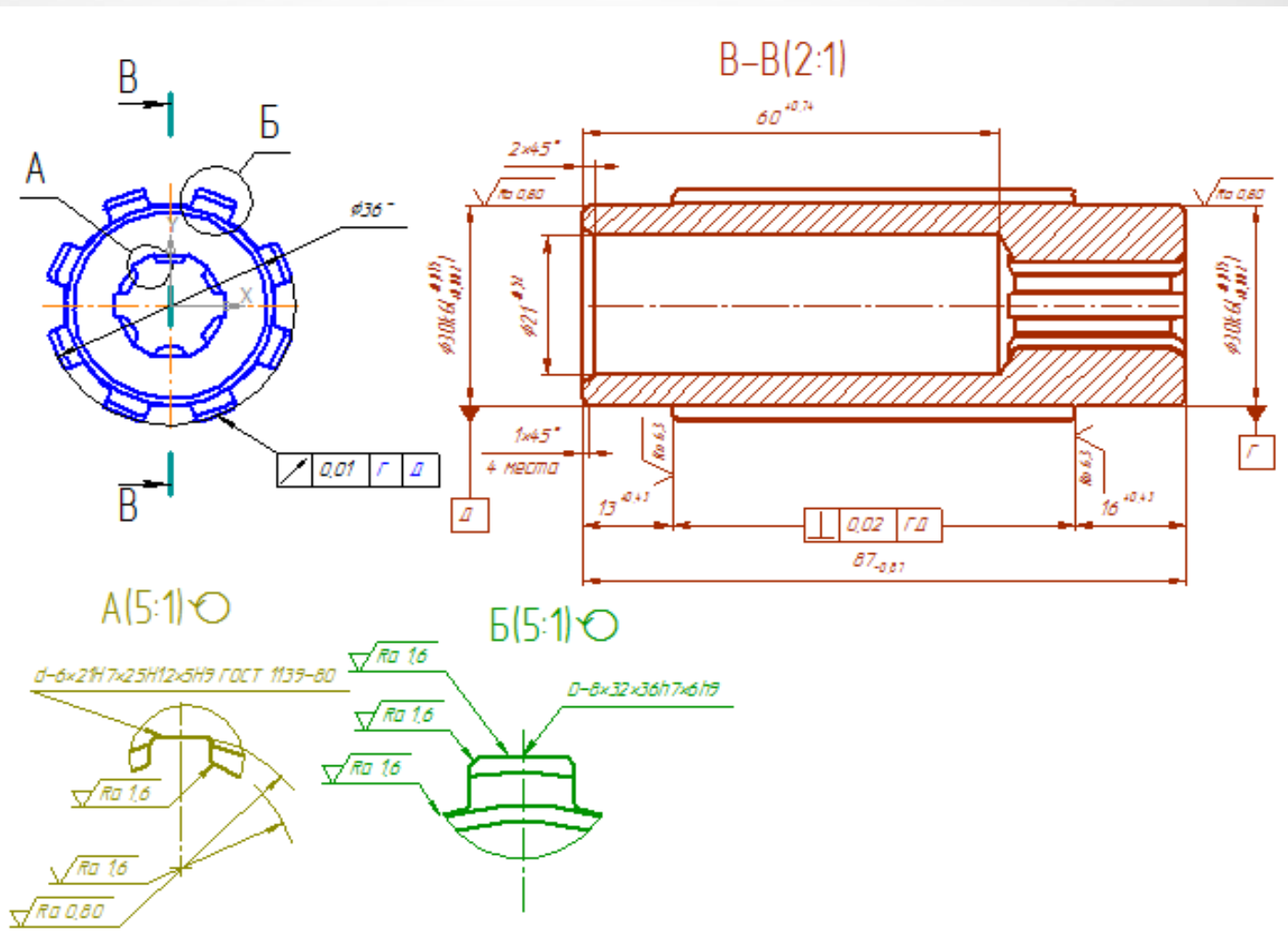
а) не травлений зразок,  
збільшення  $\times 100$



б) травлений зразок,  
збільшення  $\times 100$

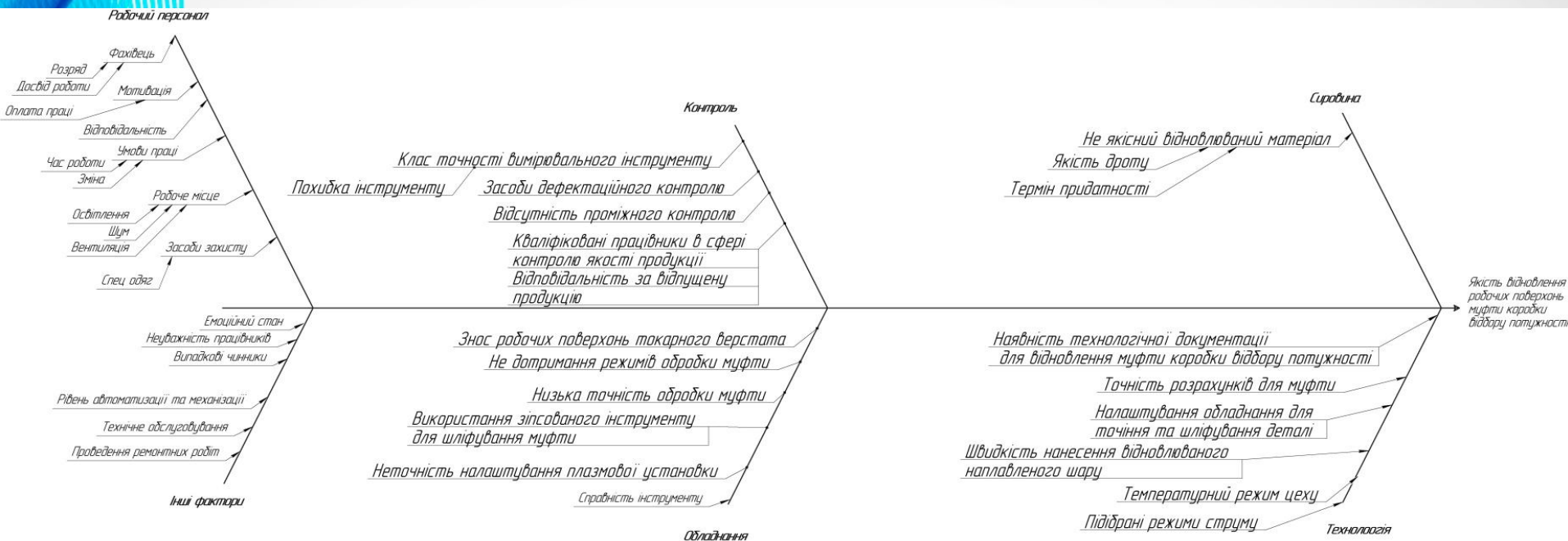






Робоче креслення шліцевої муфти

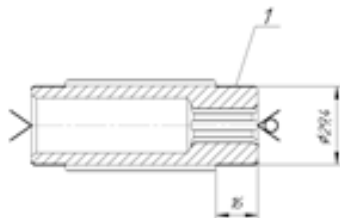
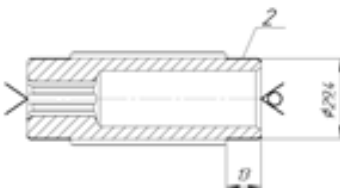
# Діаграма Ісікави менеджменту якості шліцевої муфти коробки відбору потужності



Відповідно заданим умовам установлюємо маршрут обробки поверхні  $\varnothing 30k6^{(+0,015}_{+0,002)}$  і  $6_{-0,036}$ . Для дефекту Д1 діаметр становить  $\varnothing 30k6^{(+0,015}_{+0,002)}$ : та для дефекту Д2 розмір становить  $6_{-0,036}$  і ці дефекти будемо наплавляти плазмовим способом.



# Технологічний процес відновлення

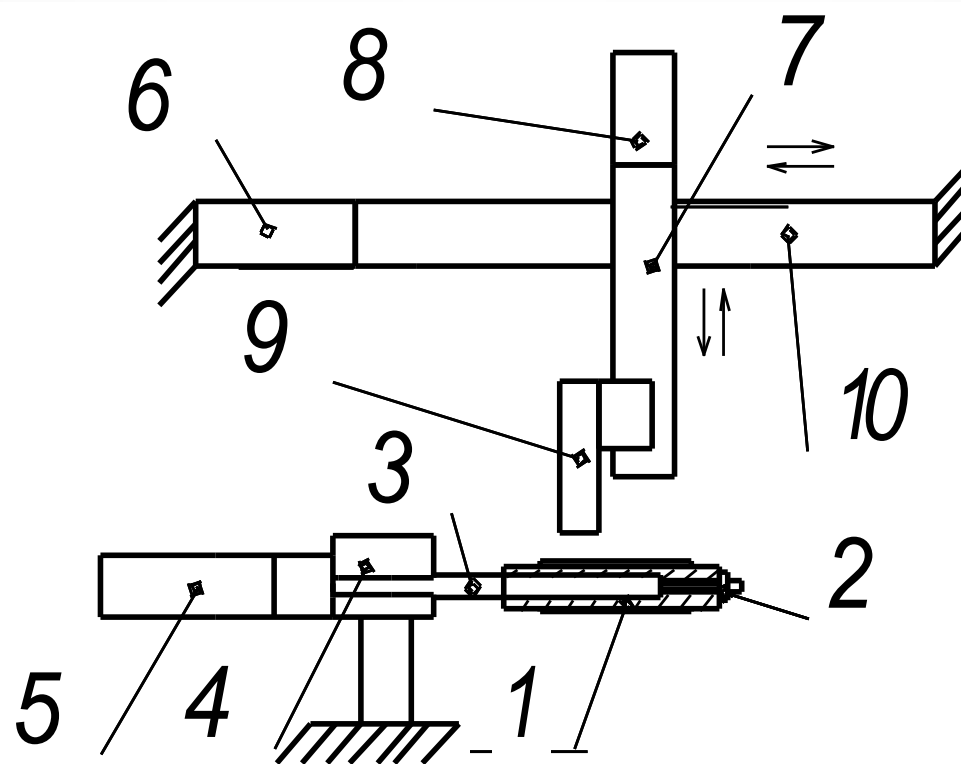
№ операцій	Найменування операцій та їх зміст	Схема установлення	Обладнання
005	<p><u>Мийна</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установити на корзину машини деталей</li> <li>2. Мити деталі одночасно</li> <li>3. Вийняти деталі</li> </ol>		UNIX 120 – 2В
010	<p><u>Дефектувальна</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установити деталь на дефектувальний стіл</li> <li>2. Вилити дефекти деталі зовнішнім оглядом</li> <li>3. Виконати контрольні проміри <math>\varnothing 30^{+0,015}_{+0,002}</math>. б.</li> </ol>		Дефектувальний стіл Штангенциркуль ШЦ-I-125 ГОСТ 166-89 Мікрометр МК 25-50
015	<p><u>Токарна</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установити та закріпити</li> <li>2. Точити поверхню 1 однократно в розмір 29,4</li> <li>3. Переустановити деталь</li> <li>4. Точити поверхню 4 однократно в розмір 29,4</li> <li>5. Зняти деталь</li> </ol>	<p>Установ 1</p>  <p>Установ 2</p> 	Токарний станок 16К20

020	<p><u>Фрезерувальна</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установити та закріпити</li> <li>2. Фрезерувати шпindel по ширині в розмір 5,4 мм</li> <li>3. Зняти деталь</li> </ol>		<p>Горизонтально-фрезерний широкоуніверсальний консольний БР80Ш</p>
025	<p><u>Наплавлювальна</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установити</li> <li>2. наплавити поверхню 1 до розміру <math>\varnothing 31,15</math>;</li> <li>3. Зняти деталь</li> </ol>		<p>Установка з ЧПК</p>
030	<p><u>Наплавлювальна</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установити</li> <li>2. Напилити поверхню 2 до розміру 6,5 мм</li> <li>3. Зняти деталь</li> </ol>		<p>Установка з ЧПК</p>
035	<p><u>Термічна</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установити та закріпити</li> <li>2. Витримати в печі при 850°C 50 хв</li> <li>3. Занурити в холодну воду на 4 сек</li> <li>4. Занурити в киплячу воду на 15 сек</li> </ol>		<p>Муфельна піч ПМ-8</p>

Активация Windows  
 Чтобы активировать  
 раздел "Параметры"

<p>040</p>	<p><u>Шлицешліфувальні</u> а</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити та закріпити</li> <li>2. Шліфувати поверхню 2 в розмір 6,2 мм</li> <li>3. Шліфувати поверхню 2 в розмір 6,0 мм</li> <li>4. Зняти деталь</li> </ol>		<p>Шлицешліфувальний 3451</p>
<p>045</p>	<p><u>Шліфувальна</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встановити та закріпити</li> <li>2. Шліфувати поверхню 1 в розмір <math>\text{Ø}30,22</math>;</li> <li>3. шліфувати поверхню 1 в розмір <math>\text{Ø}30,05</math>;</li> <li>4. Шліфувати поверхню 1з в розмір <math>\text{Ø}30,0</math>;</li> <li>5. Зняти деталь.</li> </ol>		<p>Круглошліфувальний універсальний 3А110А</p>
<p>050</p>	<p><u>Контрольна</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. контролювати розмір поверхні 1 до розміру <math>\text{Ø}30^{+0,015}_{+0,002}</math></li> <li>2. контролювати розмір поверхні 2 до розміру <math>6_{-0,036}</math></li> </ol>		<p>Мікрометр МК120-1 ГОСТ 6507-78</p>

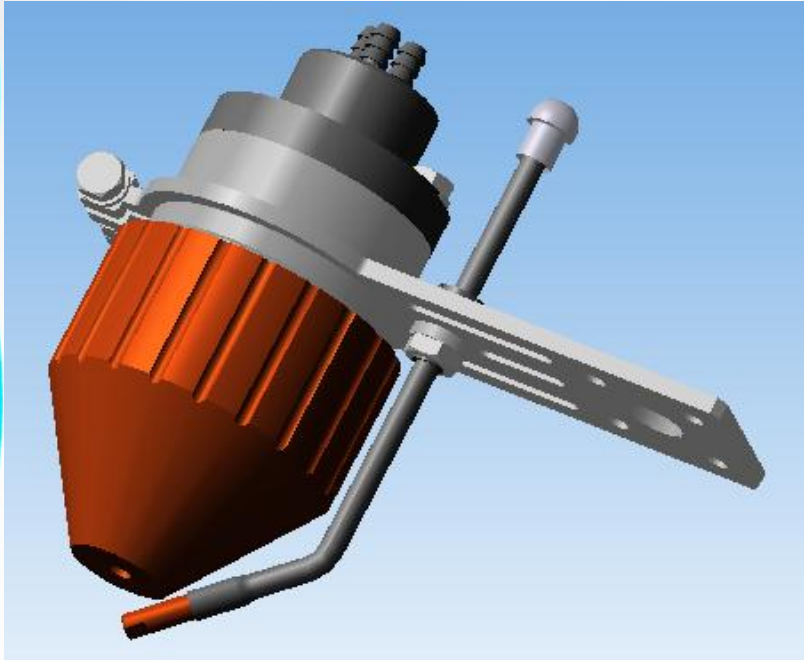
Спроекуємо конструктивну схему установки з ЧПК, визначимо основні компоненти та їх призначення, спосіб закріплення деталі та приводи переміщення.



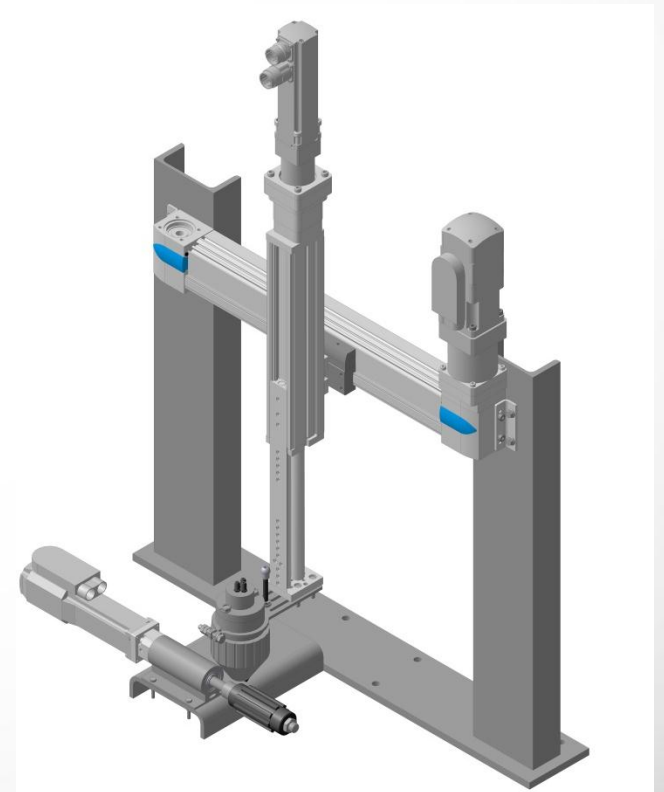
Конструктивна схема установки відновлення



# 3D модель наплавлювального пристрою



Установка з числовим програмним керуванням



## РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ІННОВАЦІЙНОГО РІШЕННЯ

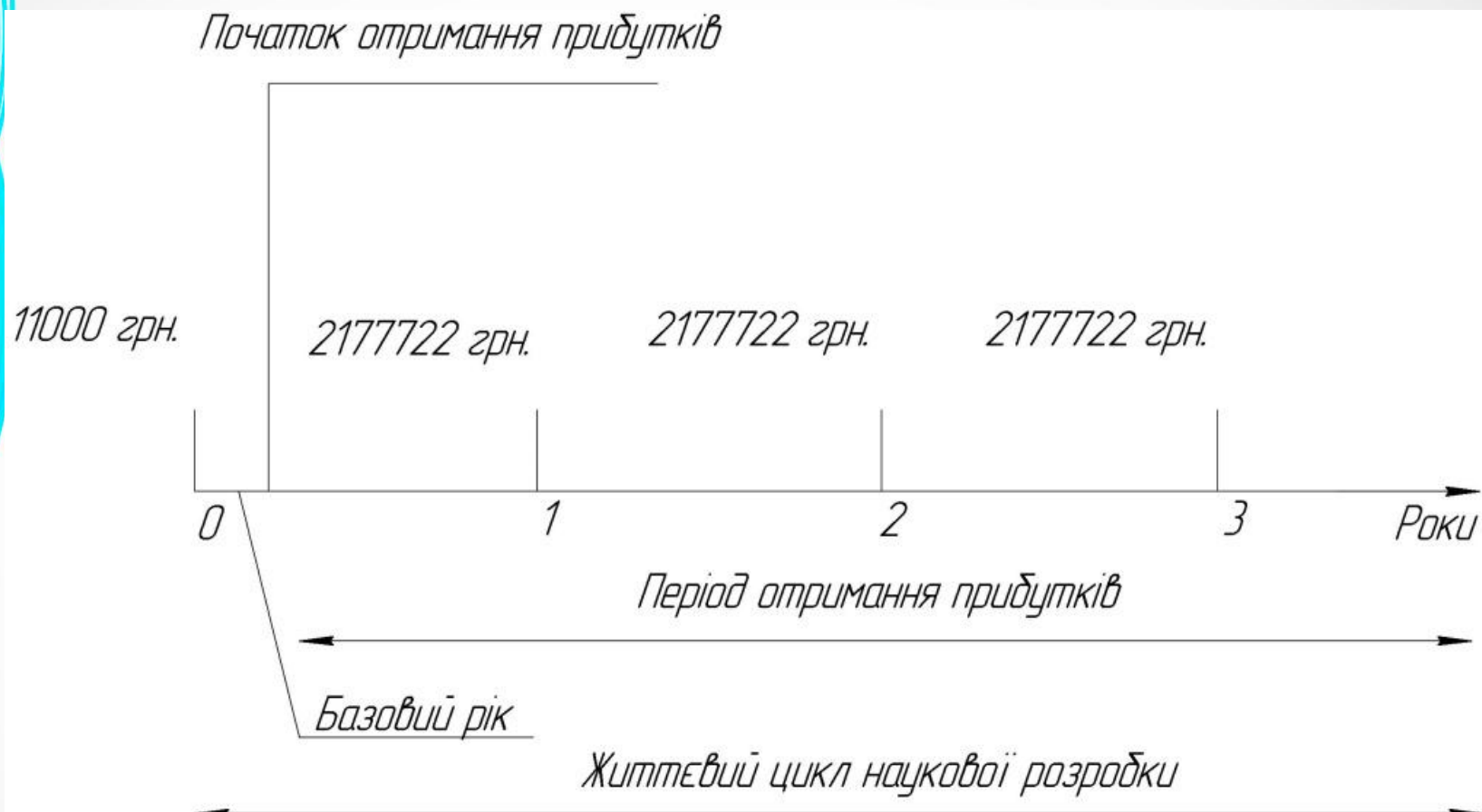
Впровадження модернізованого технологічного процесу потребує від інвестора 11000 грн. капітальних вкладень. Прибуток за рік виробника складе 2177722 грн.

При оцінці ефективності інноваційного проекту отримані такі важливі показники, як:

- чистий дисконтований дохід (інтегральний ефект) 4372859 грн.;
- внутрішня норма дохідності (прибутковості) 30%;
- термін окупності 0,2 року.

Отримані показники свідчать про високий рівень дохідності для інвестора і підтверджують доцільність впровадження технологічного процесу відновлення деталі «Муфта коробки відбору потужності НШ 33027».

# Життєвий цикл наукової розробки з фіксацією платежів



## Висновки:

За результатами проведеного аналізу літературних досліджень встановлено, що чавуни досить широко використовуються в різних галузях машинобудування. Перевагами чавунів є дешевизна, хороші ливарні властивості та зносостійкість в різних умовах експлуатації. Їх використовують для виготовлення корпусів коробок передач, блоків циліндрів, деталей сільськогосподарських машин, кілець, поршнів, вейлінгів та гартування чавуну СЧ10 дозволяє отримати твердість до  $\sigma_{СТ} = 230$  МПа та твердість до HV=460, що відповідає марці чавуну СЧ15-20. Така твердість дозволяє використовувати отриманий чавун для деталей сільськогосподарського та іншого призначення, що працюють в умовах абразивного зношування та значними динамічними навантаженнями.





**Дякую за  
увагу**