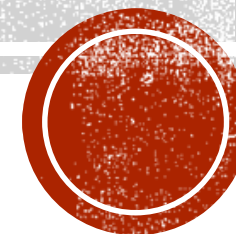




ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ МАШИНОБУДУВАННЯ ТА ТРАНСПОРТУ  
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ

Магістерська кваліфікаційна робота на тему:

«ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОЧИХ  
ПОВЕРХОНЬ ВІСІ ОПОРНОГО КОТКА ТАНКА Т-72»



Виконав: ст. гр. ЗВ – 15м  
Попадюк О. М.  
Керівник: д.т.н. доц.  
Шиліна О. П.

**Мета і завдання досліджень.** Метою даної роботи є підвищення якості відновлення робочих поверхонь вісі котка танку плазмово-дуговим наплавленням та дослідити вплив пластичного деформування на перетворення в поверхневому шарі.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Провести експериментальні дослідження впливу контактних навантажень на перетворення в наплавленному металі
2. Визначити оптимальні методи нанесення зносостійких (функціональних) покриттів, що призводять до зміцнення поверхневого шару.
3. Розробити технологічний процес відновлення, вісі котка танку Т-72.
4. Вибрати методи відновлення вісі котка, які забезпечать підвищенню експлуатаційну стійкість в умовах ударно-абразивного зношування.
5. Модернізувати обладнання для нанесення функціональних покриттів під час відновлення вісі котка танку Т-72.
6. Автоматизувати процес відновлення (нанесення покриття) вісі котка.

**Об'єкт дослідження** – технологічний процес відновлення зношених робочих поверхонь деталей типу вісі.

**Предмет досліджень** – методи та засоби підвищення якості відновлення робочих поверхонь вісі котка танку Т-72 плазмово-дуговим наплавленням.

**Методи дослідження.** Теоретичні дослідження проведено методом математичного моделювання з реалізацією моделей на ПК із використанням фундаментальних знань із теорії зварювання, теплопередачі, матеріалознавства. Планування експерименту та оброблення його результатів виконувались на основі статистичних методів із використанням спеціалізованого програмного забезпечення. Для вирішення проблем, що стосуються якості продукції застосовувався такий методи, як причинно-наслідкова діаграма.

**Наукова новизна одержаних результатів.** У роботі отримано ряд результатів, що мають наукову новизну.

1. Доведена можливість використання деформаційного мартенситного перетворення як додаткового механізму зміцнення наплавленого металу.
2. Виявлено, що плазмово-дугове наплавлення з наступним пластичним деформуванням дозволяє збільшити поверхневу твердість відновлюваної деталі, що в свою чергу мінімізує кількість поверхневих дефектів, сприяє зменшенню пористості поверхні валів під час нанесення зносостійких покриттів.



# ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРАВЛЕНІ НА ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ВІСЕЙ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Деформаційне зміцнення досліджувалось за допомогою твердомірів Брінелля і Роквелла. Спочатку вимірювалась вихідна твердість шару наплавленого металу HRC, потім вимірювалась твердість у лунці відбитку від вдавнення сталеві кульки тведомера Брінелля.

Ступінь деформаційного зміцнення визначалась за формулою:

$$\Delta = \frac{(HRC_{zn} - HRC_{zo})}{HRC_{zo}} \cdot 100\%$$

де  $\Delta$  - ступінь деформаційного зміцнення наплавленого металу, %;

HRC<sub>zn</sub> – твердість у лунці відбитка після «n» вдавнень сталеві кульки приладу Брінелля;

HRC<sub>zo</sub> – вихідна твердість за твердоміром Роквелла.

Схильність до деформаційноо зміцнення визначалась при прикладанні деформації стиску.



Встановлено, що максимальна твердість HRC, у лунці відбитка досягається після другого вдавнення кульки в поверхню наплавленого металу дротом Нп-30ХГСА, для наплавочного дроту Нп-Г13Л її максимальне значення досягається після третього вдавнення, що говорить про інтенсивну сприятливість до деформаційного зміцнення,

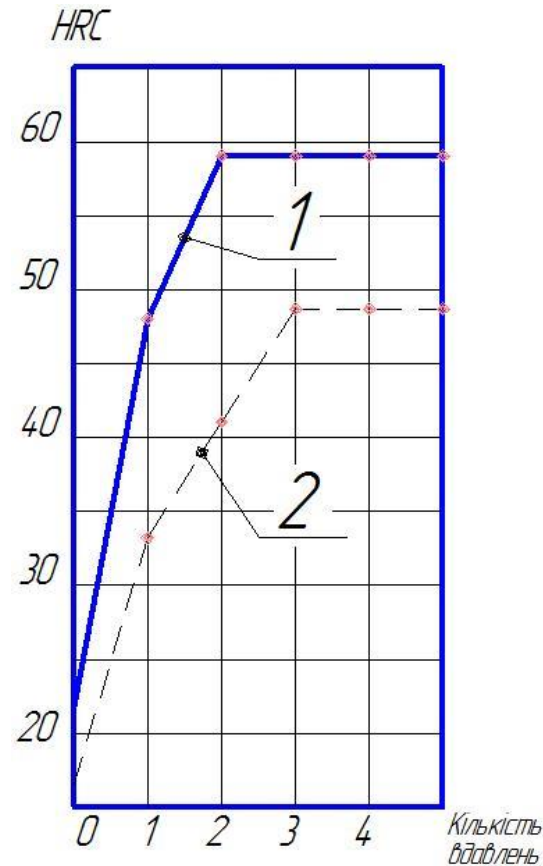
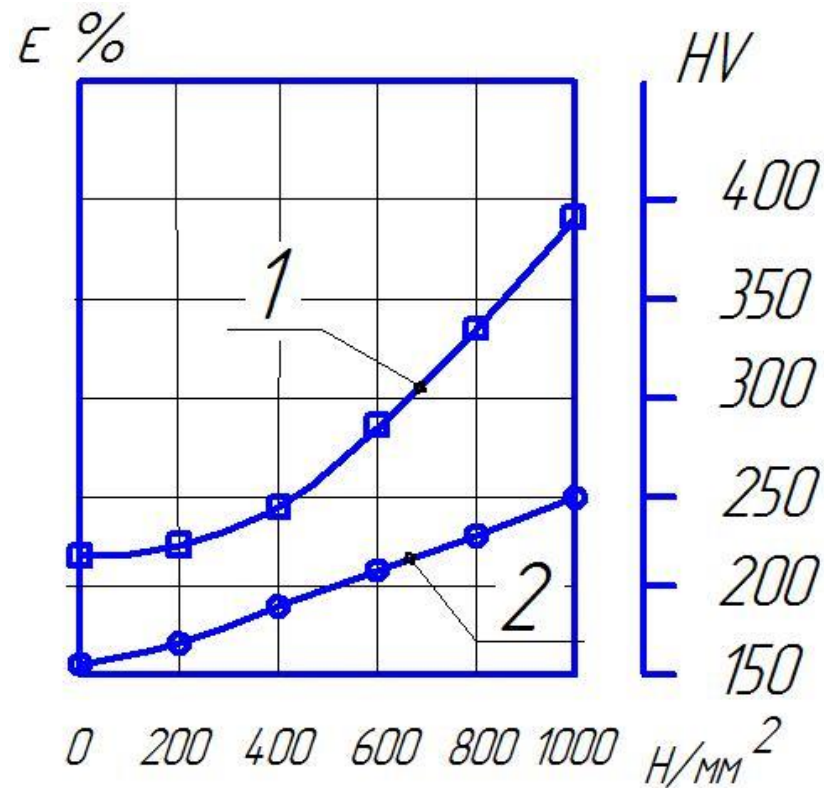


Рисунок 1 – Зміна твердості HRC, залежно від кількості вдавнень сталеві кульки:

1 – наплавка дротом Нп-30ХГСА; 2 – наплавка дротом Нп-Г13Л



При прикладенні деформації стиску на машині УИМ-50 зміцнення наплавленого металу дротом Нп-30ХГСА у 1,5 рази вище, у порівнянні із наплавленим металом дротом Нп-Г13Л (рис. 2), що наближене до даним отриманим за попередньою методикою.

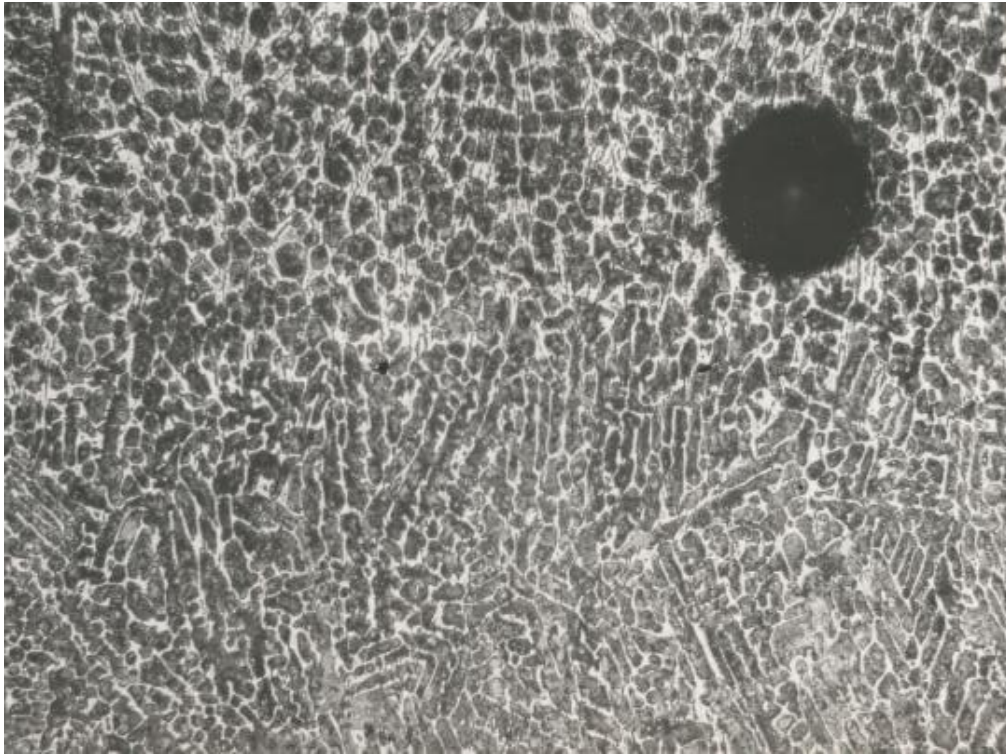


1 – Нп-30ХГСА; 2 - дріт Нп-Г13Л;

Таким чином, одержала експериментальне підтвердження основна ідея роботи про можливість сполучення декількох механізмів зміцнення в наплавленому металі. За рахунок цього зменшений вміст хрому й марганцю. При цьому показано, що службові властивості матеріалу знаходяться на рівні сплавів з вмістом марганцю в межах 13-20%.

Зменшення легувальних елементів у наплавленому металі значно спрощує технологію його одержання.





а



б

Рисунок 3 Мікроструктура двошарової наплавки порошковим дротом на сірий чавун: а) – зона сплавлення проволочки з основою; б) – зона сплавлення першого та другого шарів. (x100).



# Аналіз абразивної зносостійкості валів засобів транспорту

Розглянемо причинно-наслідкову діаграму (діаграма “риб’ячих кісток” або діаграма Ісікави).

Причинно - наслідкова діаграма (рис. 4) застосовується тоді, коли потрібно дослідити і визначити всі можливі причини визначених проблем та умов якості вісей та валів транспортної техніки. Ця діаграма добре показує співвідношення між наслідком, результатом і різними причинами, що впливають на них.

Наслідок, результат чи проблема позначаються на правій стороні діаграми, а головні дії або “причини” перелічуються на лівій стороні.

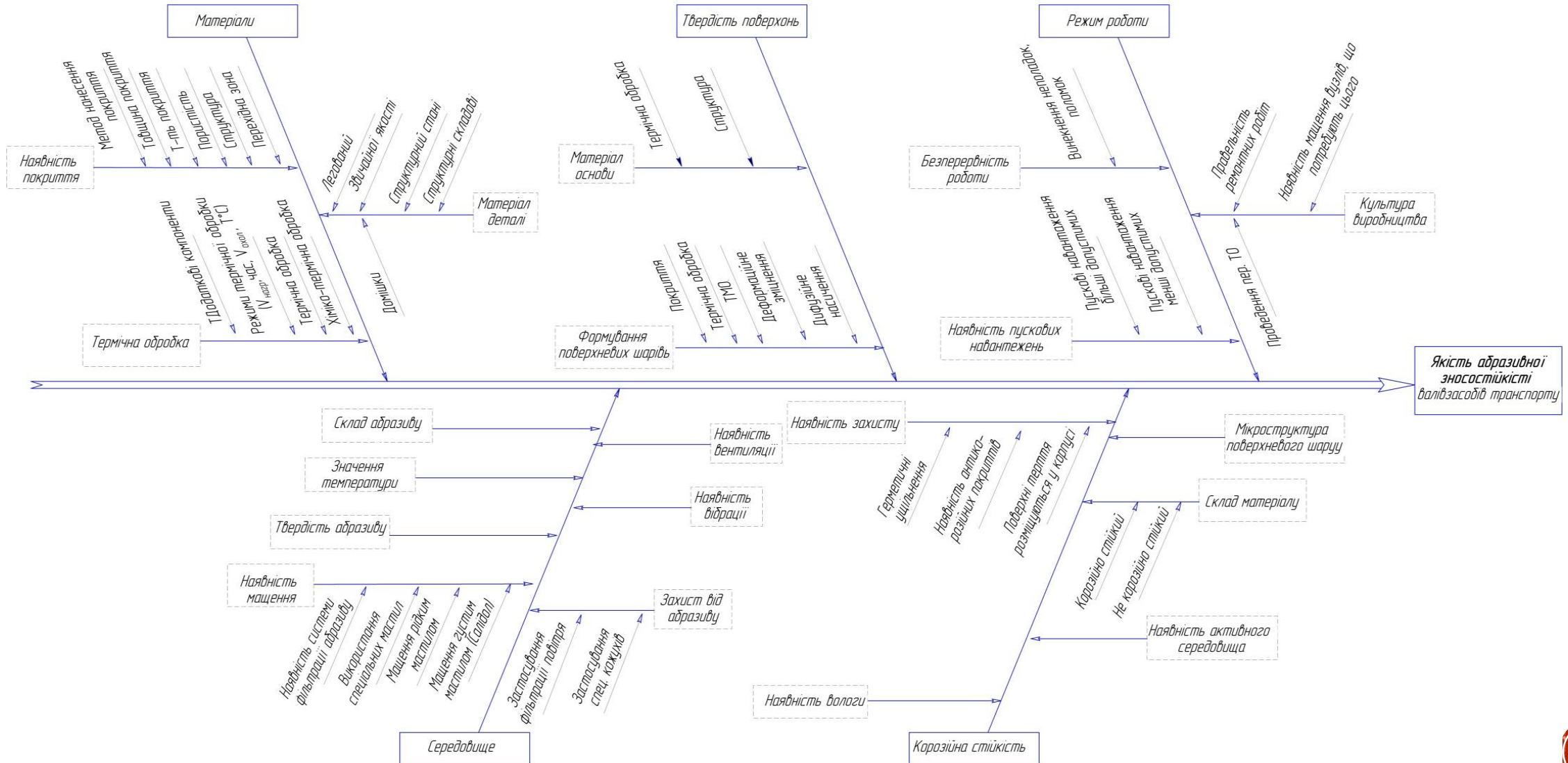


Рисунок 4 - Причинно-наслідкова діаграма Ісікави виконана для вісі опорного котка танка Т – 72.



## Вдосконалена конструкція плазмово-дугового пристрою.

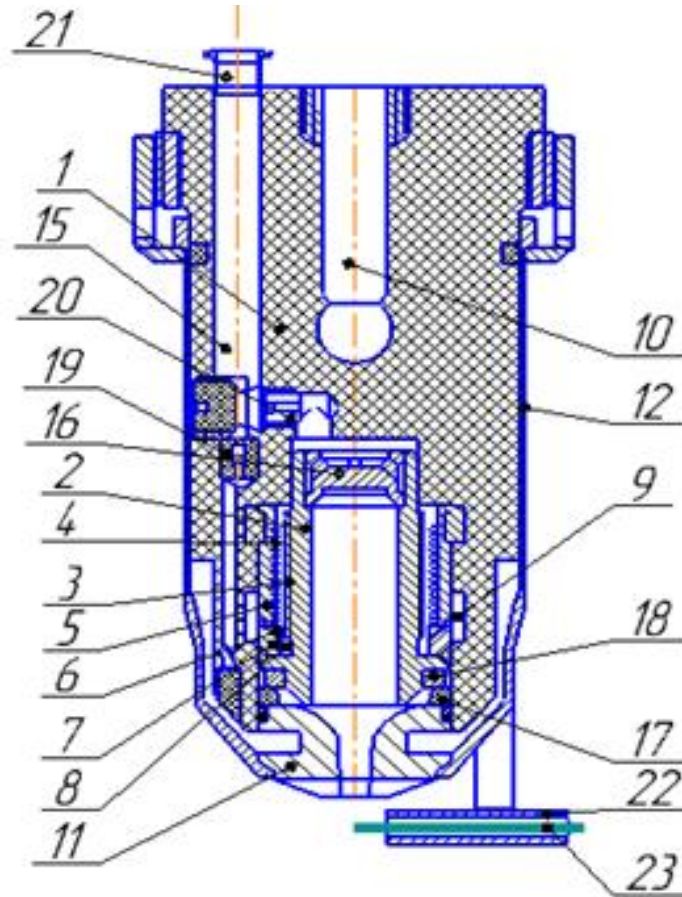


Рисунок 5 – Електродуговий плазмотрон. 1 – корпус, 2 – мідний діелектрик, 3 – повздовжні канавки, 4 – соленоїд, 5 – циліндрична гільза, 6 – клеми-вставки, 7 – наскрізні отвори, 8 – порожнина, 9 – водяний колектор, 10 – струмопровід, 11 – сопло, 12 – циліндричний кожух, 13 – канал для підведення охолоджуваної рідини, 14 – канал для відведення охолоджуваної рідини, 15 – канал подачі газу, 16 – торцевий завихрювач, 17 – кільцевий ізолятор, 18 – осьовий завихрювач, 19 і 20 – золотники





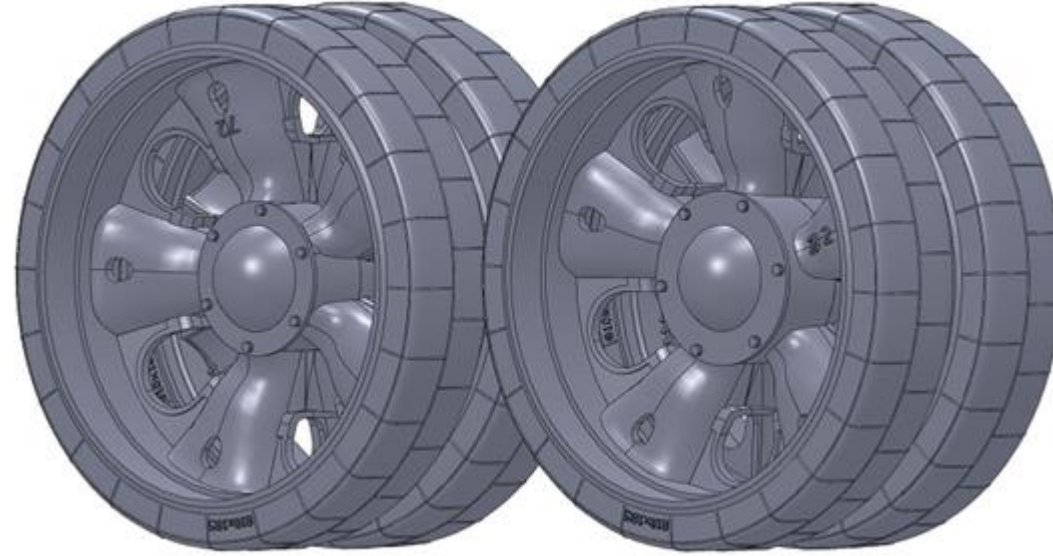
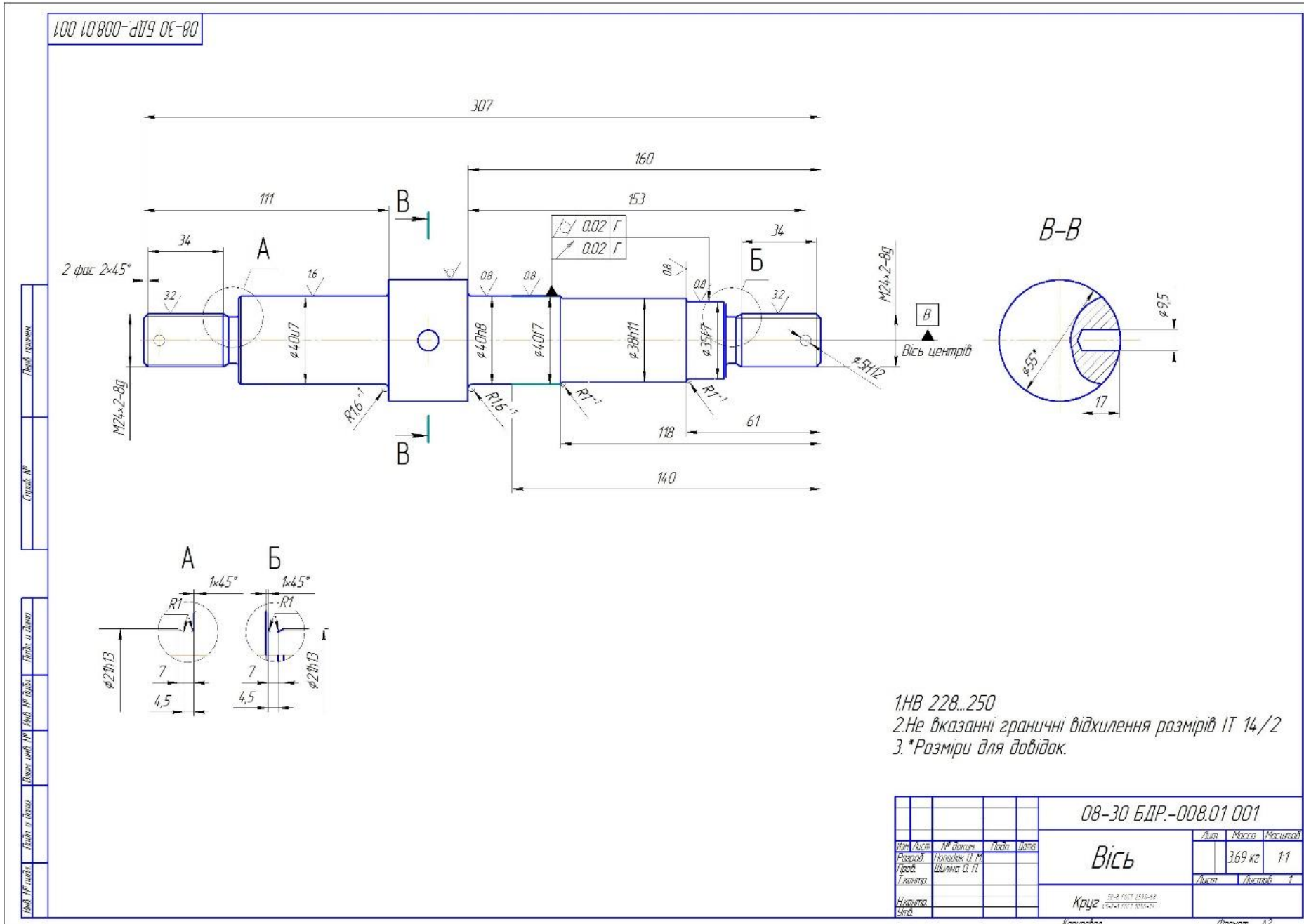


Рисунок 6 - 3D модель опорних котків танка Т-72

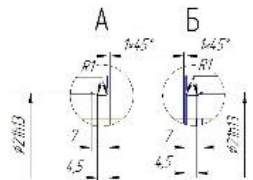
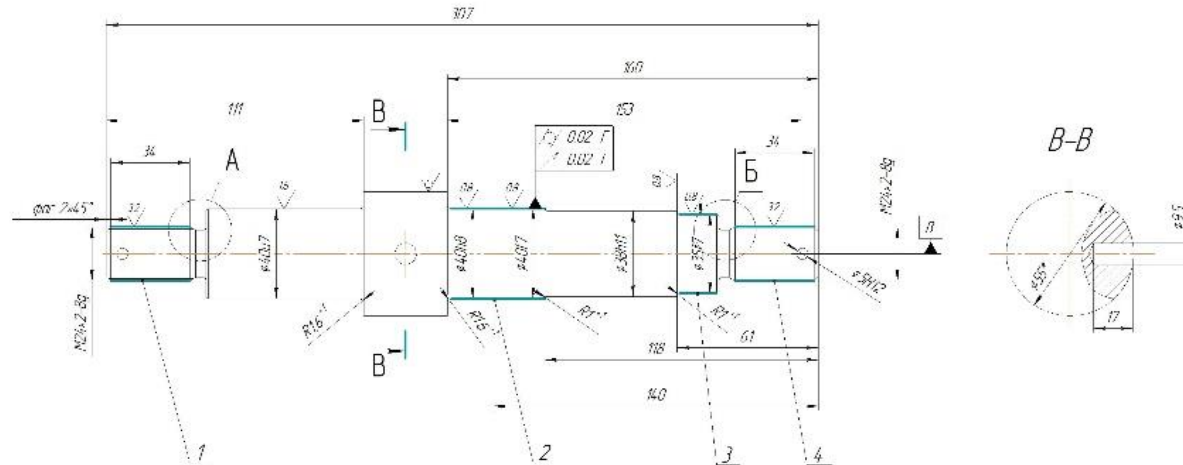


# РОБОЧЕ КРЕСЛЕННЯ



# РЕМОНТНЕ КРЕСЛЕННЯ

08-30 МКР.006.01.001



№ дор.	Назва деталі	Квал.	Центричний спосіб уцінювання деталі	Валцетимий спосіб уцінювання деталі
1	Диск шківів під роликовий ковзаний підшипник	0,8 0,8	Автоматичне дугорізне напалювання	Ручне дугорізне напалювання
2	Диск шківів під роликовий підшипник	0,8 0,8	Автоматичне дугорізне напалювання	Ручне дугорізне напалювання
3	Диск шківів під гайку	0,8 0,8	Автоматичне дугорізне напалювання	Ручне дугорізне напалювання
4	Диск шківів під гайку	0,8 0,8	Автоматичне дугорізне напалювання	Ручне дугорізне напалювання

1. НВ 228..250

2. Не вказанні граничні відхилення розмірів IT 14/2

3. \*Розміри для довідок.

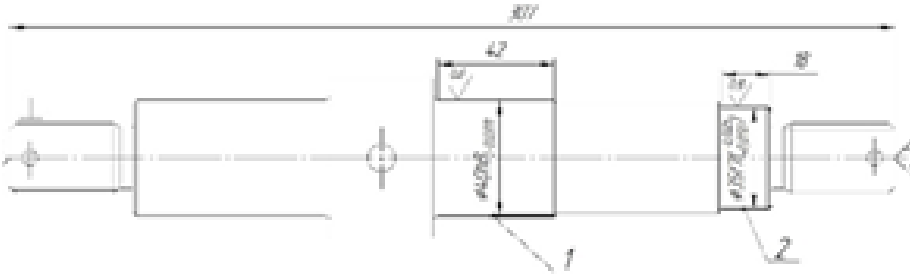
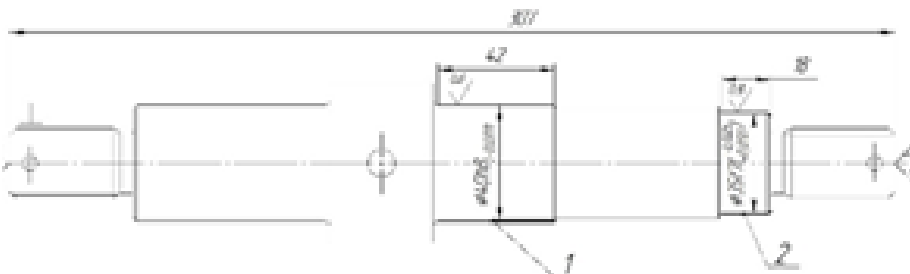
08-30 МКР.006.01.001				Лист	Всього	№
Відп. за проєкт	Відп. за виконання	Відп. за контроль	Відп. за випуск	389	11	
Вісь						
Корпус				38-11 ВНТУ		
Лист				1		



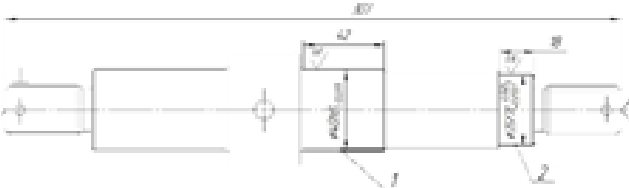

# МАРШРУТНА КАРТА ВІДНОВЛЕННЯ

№ Оп.	Найменування операції та зміст переходів	Схема установлення	Обладнання
1	2	3	4
005	Мийна: 1. Установити деталь; 2. Мити деталь розчином «Лобомид-102»;		Мийна машина ОМ-4610
010	Дефектувальна 1. Дефектувати деталь та визначити всі дефекти які потрібно відновити.		1. Дефектувальний стіл. 2. Штангенциркуль ГОСТ 166-89
015	Токарна: 1. Установити та закріпити; 2. Точити поверхню 1 до $\varnothing 39,7$ мм; 3. Точити поверхню 2 до $\varnothing 34,7$ мм; 6. Зняти деталь.		Токарно-гвинторізний верстат ЧПК NL635S

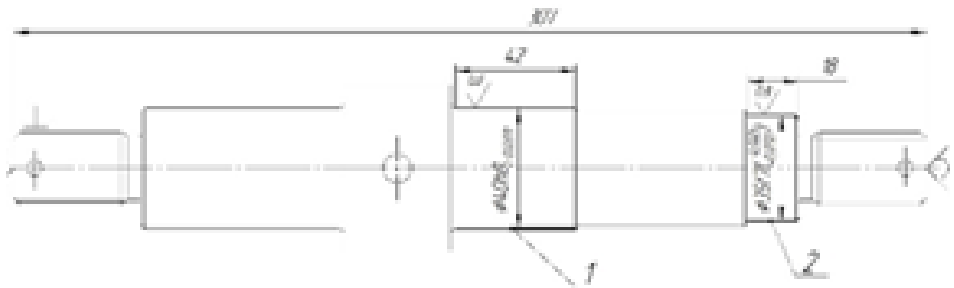
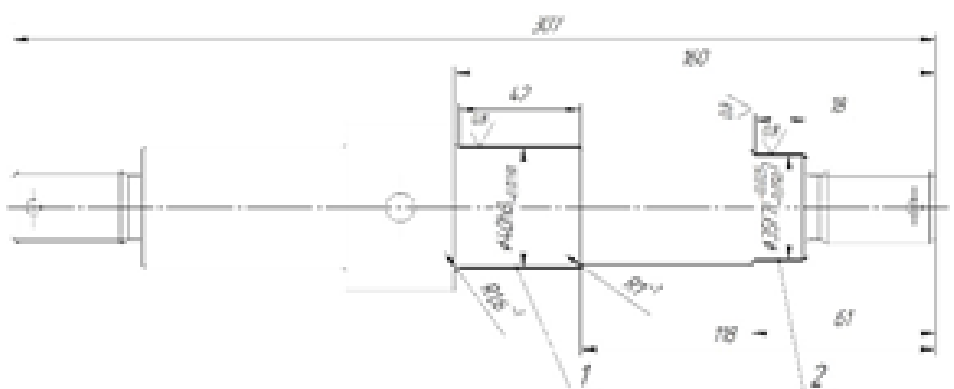


1	2	3	4
020	<p>Наплавлювальна</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Установити та закріпити деталь;</li> <li>Наплавити поверхню 1 до <math>\text{Ø}49,3</math> мм;</li> <li>Наплавити поверхню 2 до <math>\text{Ø}44,3</math> мм;</li> <li>Наплавити поверхню 3 та 4</li> <li>Зняти деталь</li> </ol>		<p>Установка плазмово- дугова зЧПК.</p>
025	<p>Термічна:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Установити та закріпити;</li> <li>Відпуск поверхонь 1, 2, при <math>t</math>-рі <math>550^{\circ}\text{C}</math> з подальшим охолодженням на повітрі;</li> <li>Зняти деталь.</li> </ol>		<p>Установка . СНО- 4.8.4/12- И1</p>



1	2	3	4
030	<p>Токарна:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установити та закріпити деталь;</li> <li>2. Точити поверхню 1 до <math>\varnothing 44,7</math> мм;</li> <li>3. Точити поверхню 2 до <math>\varnothing 39,7</math> мм;</li> <li>4. Точити поверхню 2 до <math>\varnothing 37,1</math> мм;</li> <li>5. Точити поверхню 1 до <math>\varnothing 42,1</math> мм;</li> <li>6. Точити поверхню 1 до <math>\varnothing 40,15</math> мм;</li> <li>7. Точити поверхню 2 до <math>\varnothing 35,13</math> мм;</li> </ol>		<p>Токарно - гвинтонарі зний верстат ЧПК NL635S</p>
035	<p>Термічна:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установити та закріпити деталь</li> <li>2. Гартувати поверхню 1, 2 при <math>T = 850^{\circ}\text{C}</math> з наступним охолодженням в мастилі;</li> <li>3. Зняти деталь.</li> </ol>		<p>Установка . СНО-4.8.4/12-И1</p>



1	2	3	4
040	<p>Шліфувальна:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установити та закріпити;</li> <li>2. Шліфувати поверхню 1 до <math>\varnothing 40</math> мм;</li> <li>3. Шліфувати поверхню 2 до <math>\varnothing 35</math> мм;</li> <li>4. Зняти деталь</li> </ol>		<p>Шліфувальний верстат ЗМ163В, шліфувальний круг С40П5СМ 1К6</p>
045	<p>Контрольна:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установити деталь;</li> <li>2. Виконати контрольні проміри поверхонь 1-2 згідно ремонтного креслення;</li> </ol>		<p>Контрольний стіл, інструмент для вимірювання (мікрометр, штангенциркуль, різьбомір)</p>



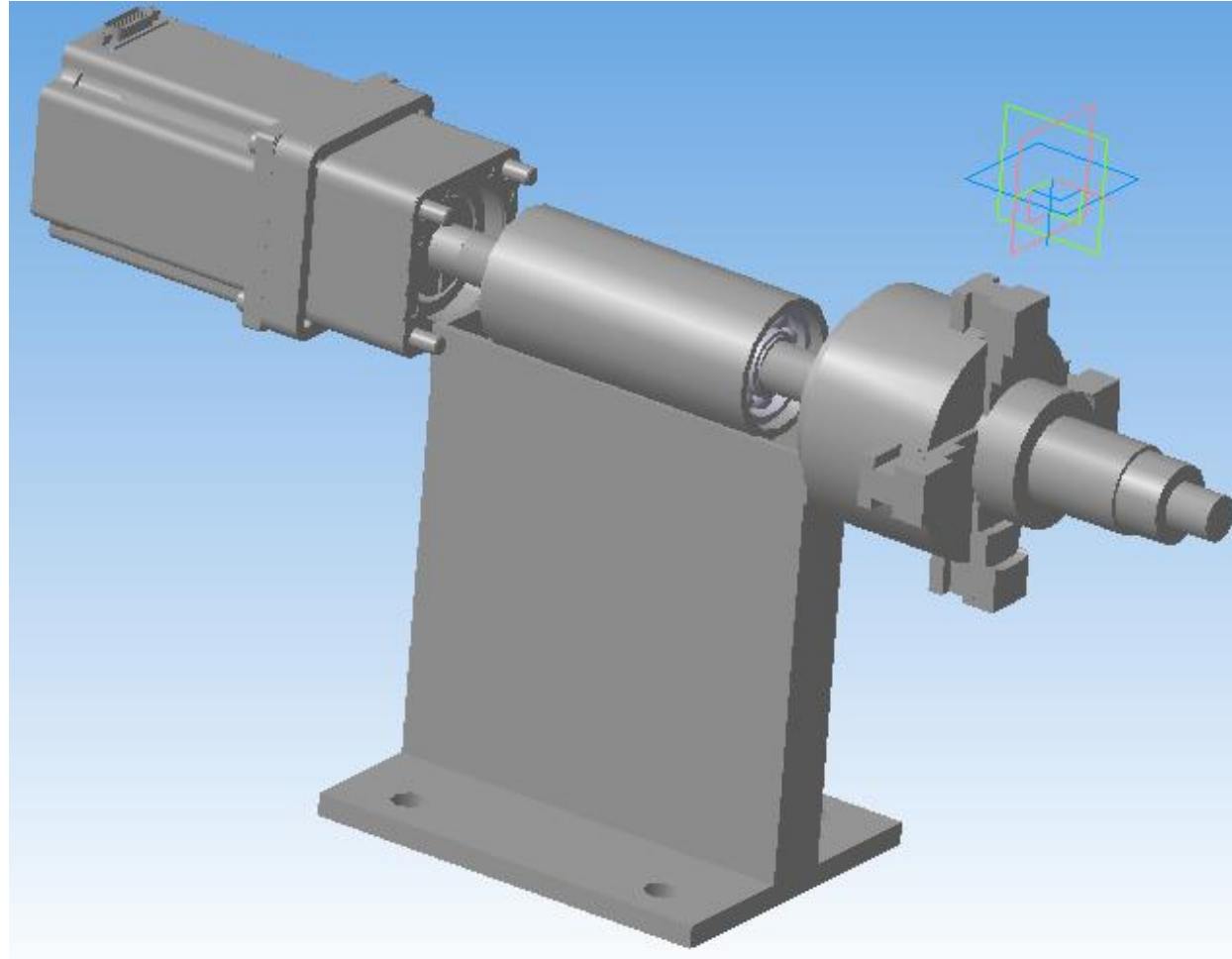


Рисунок 7 – 3D - Креслення приводу обертання.





08-30.КР.ПОНП.005.02.000 СК

Перв. примен.

Справ. №

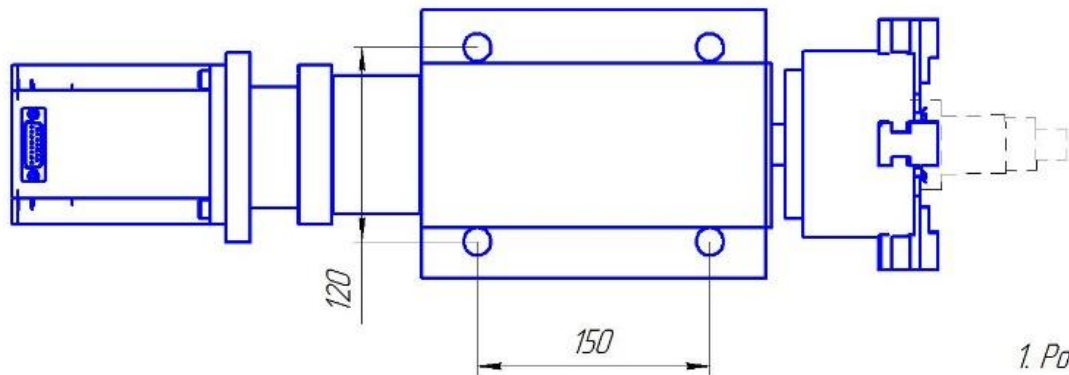
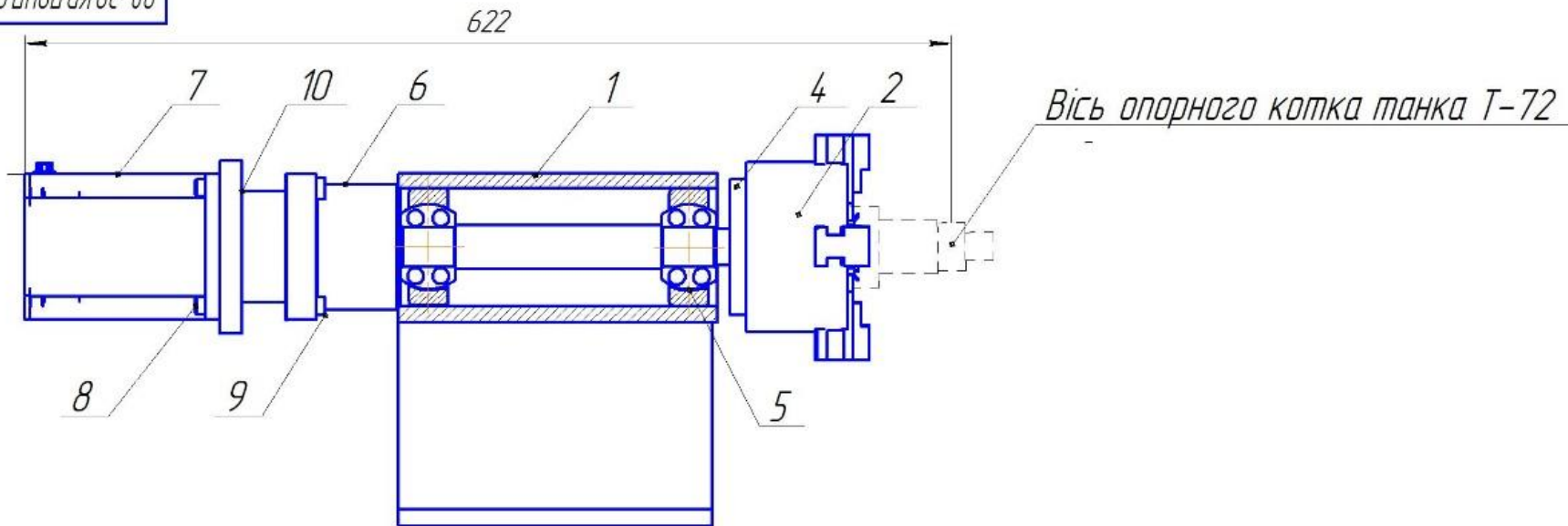
Подп. и дата

Инд. № дораб.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.



1. Розміри для довідок;

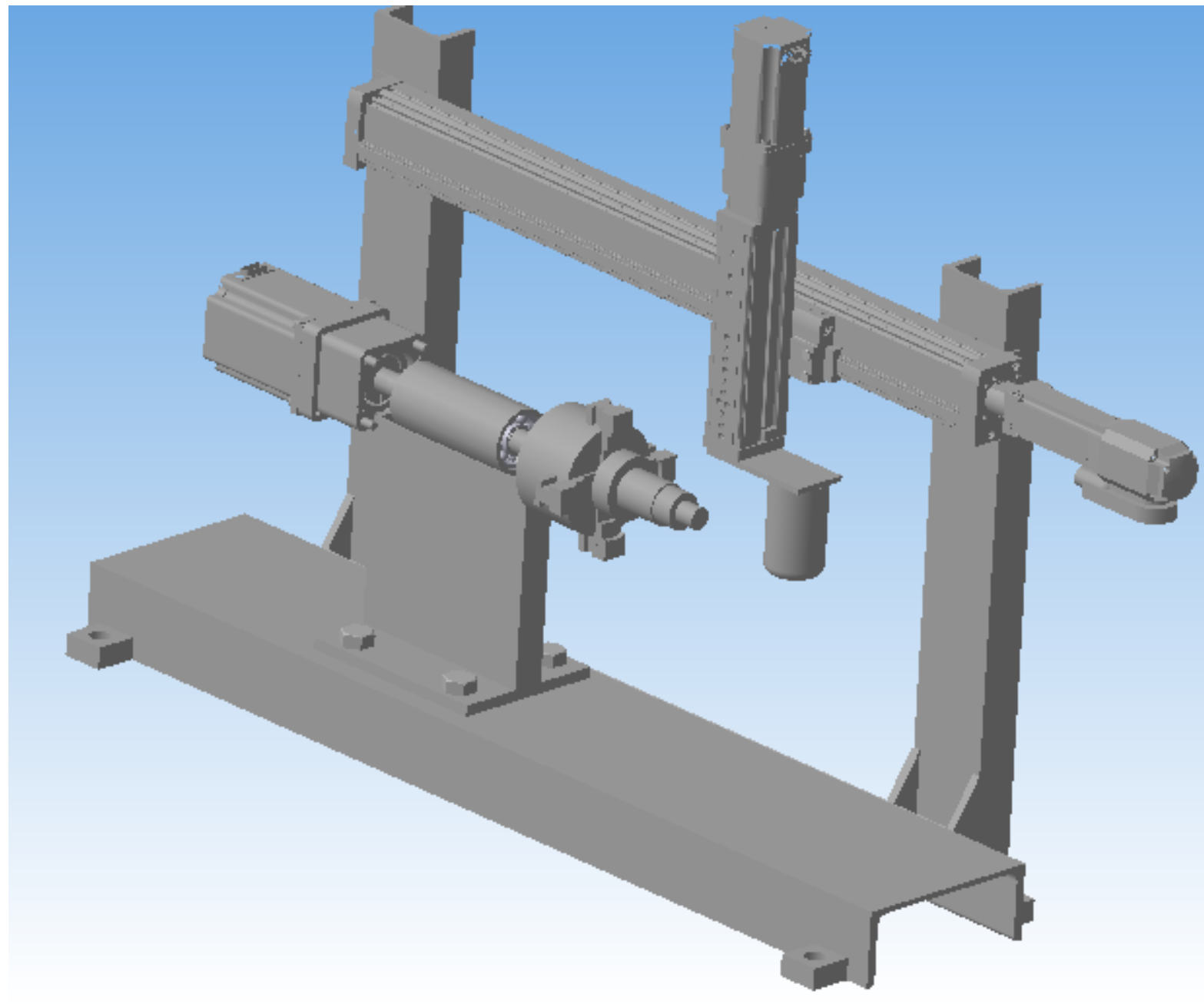
				08-30.КР.ПОНП.005.02.000 СК		
				Одвертач		
				Лист	Масса	Масштаб
					26,34	1:1
				Лист	Листов	1
				ВНТУ 13В-15М		

Копировал

Формат А3



# УСТАНОВКА З ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ КЕРУВАННЯМ



08-30.КР.ПОНП.005.03.000 СК

Лист. примеч.

Справ. №

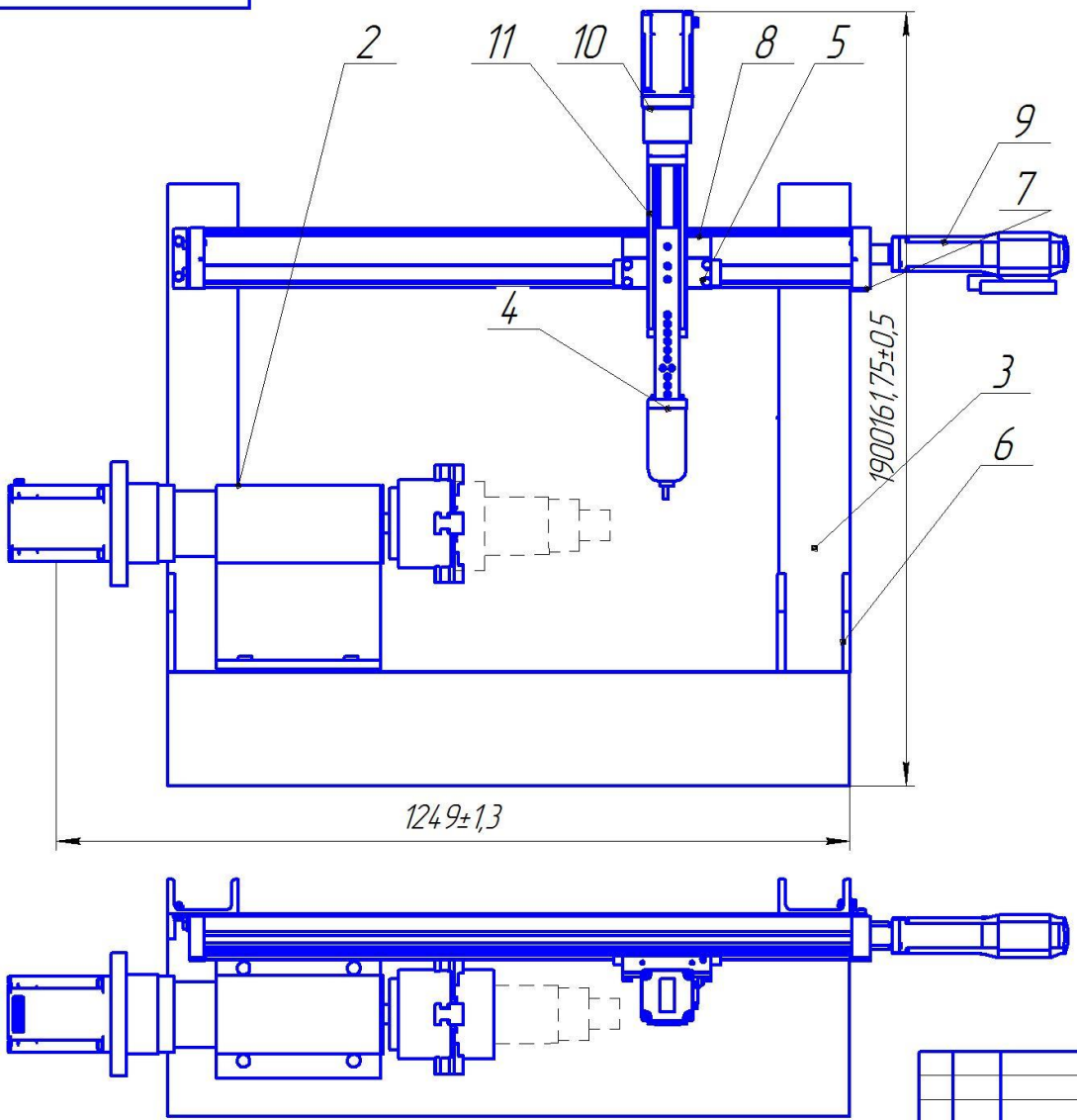
Подп. и дата

Инд. № дробл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.



1. Розміри для довідок
2. При збиранні забезпечити прямі кути  $90^\circ$  та  $180^\circ$

3.

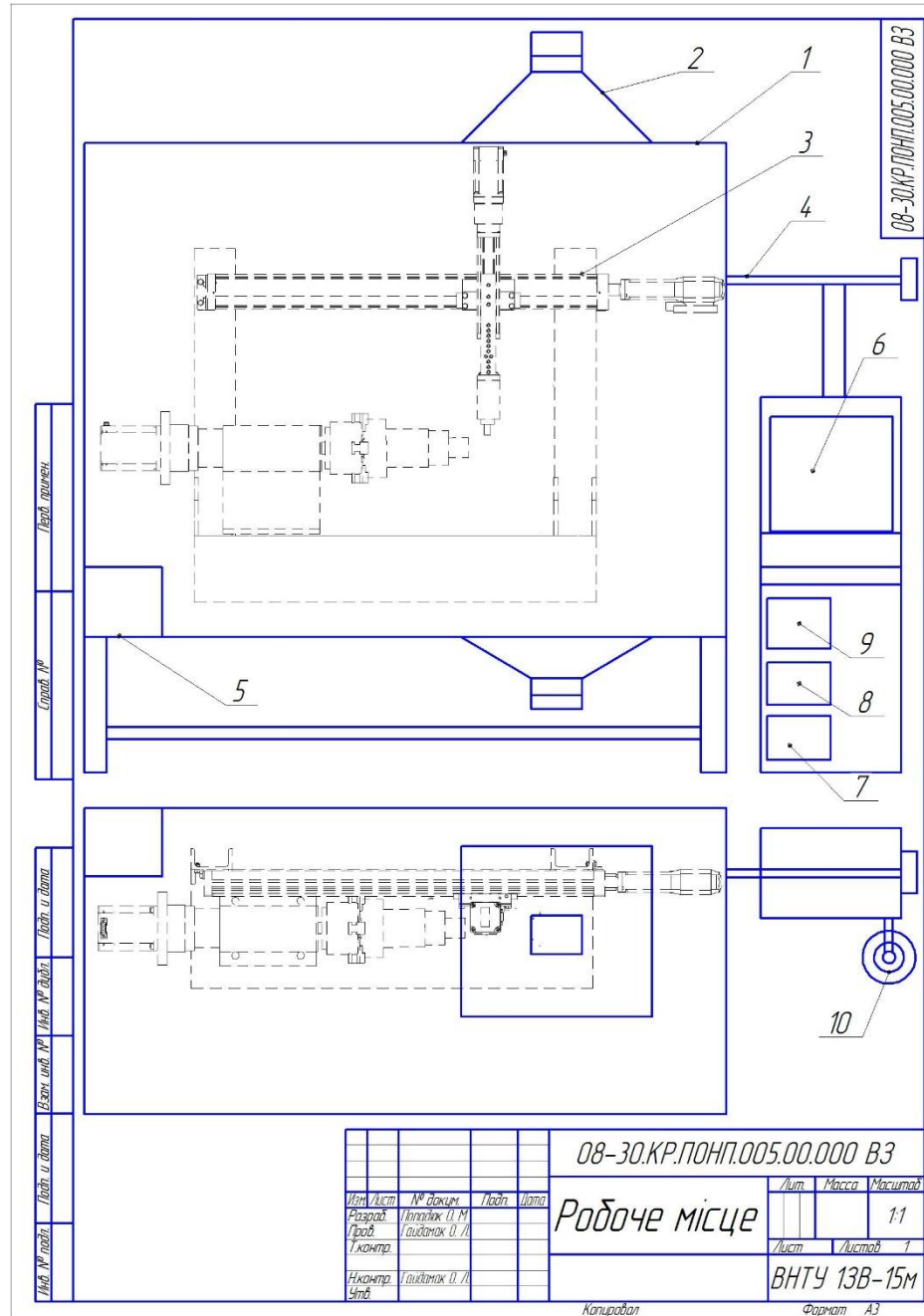
				08-30.КР.ПОНП.005.03.000 СК			
Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Лопадюк О.М.					115,8	1:1
Проб.	Гайдамак О.Л.				Лист	Листов	1
Т.контр.					ВНТУ 13В-15М		
И.контр.	Гайдамак О.Л.						
Утв.							

Копировал

Формат А3



# Робоче місце для відновлення деталей на установці з числовим програмним керуванням



## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Експериментально показана наявність фазових змін під впливом пластичної деформації у наплавленому металі, з утворенням мартенситу деформації. Поєднання наклепу з деформаційним мартенситним перетворенням ефективно зміцнює його аутенітну основу. Унаслідок цього зносостійкість наплавленого металу в 1,5 рази вище зносостійкості поверхні наплавленої дротом Нп-30ХГСА.

2. При дослідженні деформаційного зміцнення висока твердість (58-62 HRC<sub>9</sub>) може бути досягнута не тільки за рахунок легування наплавленого металу карбідоутворюючими елементами, але і за рахунок розвитку деформаційного мартенситного перетворення.

3. Використання причинно-наслідкової діаграми (діаграми Ісікави), дозволило визначити основні фактори, що впливають на абразивну стійкість відновлених деталей. Показано, що до них слід віднести середовище у якому працює вал та матеріал поверхню тертя.

4. Різниця між фактичним складом шва, визначеним за допомогою хімічного аналізу і розрахунковим складом дає змогу судити про ступень переходу того або іншого елемента у метал шва у процесі наплавлення. Встановлено, що знаючі кількість елемента, що переходить при наплавленні, можна керувати ходом металургійних процесів, правильно обрати присадкові матеріали і режими наплавлення для отримання швів з необхідним хімічним складом та властивостями.

5. Удосконалено електродуговий плазмотрон для нанесення покриттів, Встановили, що конструкція має суттєві резерви по зменшенню маси та розмірів, що буде виконано під час модернізації.

6. Розроблено технологічний процес відновлення осі опорного котка.

7. Для автоматизації процесу відновлення спроектовано установку з числовим програмним керуванням, яка дозволяє наносити покриття без участі людини.

8. Для реалізації процесу відновлення розроблено конструкторську документацію на складальне креслення установки автоматизованого відновлення з використанням виконавчих механізмів з числовим програмним керуванням із

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ

