Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННИХ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ВАЛУ 02.001.005 ЧЕРВ'ЯЧНОГО РЕДУКТОРА

Магістерська кваліфікаційна робота
Спеціальність – 132 – "Матеріалознавство"
08-27.МКР.006.00.000

Розробив: ст. гр. ЗВ-19м Наумов В.В.
Керівник: к.т.н., доц. Бакалець Д.В.

Вінниця ВНТУ 2020

Метою роботи є: розробка технології термічної обробки для створення покриття з твердою та стабільною структурою в наплавленому поверхневому шарі, яка відповідає принципам Шарпі-Бочвара.

Задачами дослідження:

1. Вибір та обґрунтування термічної обробки, з метою досягнення необхідної за технічними умовами твердості, довговічності та працездатності відновленої деталі;
2. Дослідження впливу термічної обробки на структурні перетворення в наплавлених шарах.
3. Дослідження впливу кількості наплавлених валиків на структуру і твердість покриття.

Об’єкт дослідження – процеси, що супроводжують утворення структури поверхневих шарів під впливом термічної обробки

Предмет дослідження – механізм впливу термічної обробки на структурні перетворення в наплавлених шарах.

Наукова новизна. При виконанні магістерської кваліфікаційної роботи отримані результати, які мають наукову новизну, а саме:

1. Встановлено, що збільшення температури гартування з 869, 1050 та 1160^{o}C сприяє росту діаметра аустенітного зерна, середнього розміру пакетів мартенситу та поперечного перерізу рейок мартенситу.

2. Показано, що твердість наплавленого покриття корелює з його структурою і суттєво залежить від розмірних характеристик аустенітих зерен, пакетів і кристалів мартенситу.

3. Досліджено, що кількість валків, що наносяться на деталь зі сталі 40Х дротом Нп-30ХГСА ГОСТ10543-98 значно впливає на розподіл температур в деталі, мікро-, макроструктуру і твердість покриття.

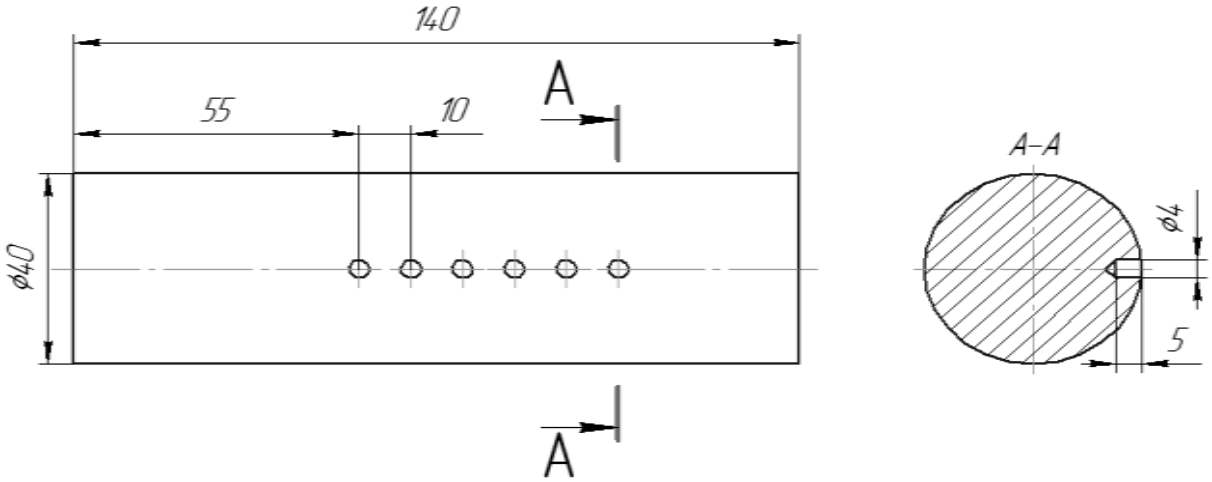
Практичне значення отриманих результатів полягає у:

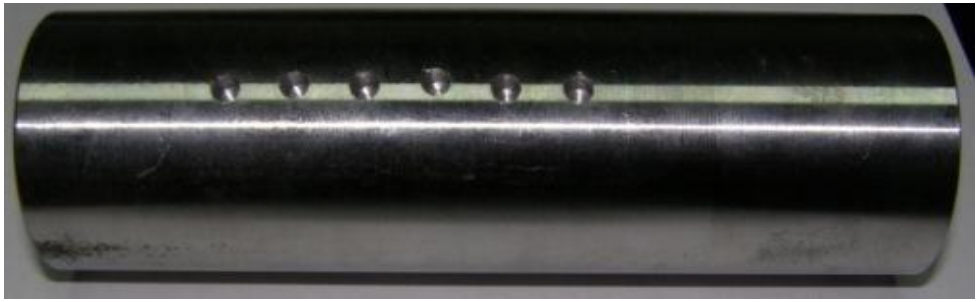
1. Модернізована конструкція плазмового розпилювального пристрою, завдяки точного розрахунку плазмових каналів, та розташування каналу подачі порошку, зменшується час на робочий режим та забезпечується висока надійність роботи розпилювального пристрою, що сприяє якості нанесеного покриття.

2. Визначенні основних факторів методом причинно-наслідкової діаграми (діаграми Ісікави), які впливають на довговічність відновлених деталей.

3. Розроблена установка з числовим програмним керуванням на базі вузлів компанії «Festo», що дозволяє проводити відновлення поверхонь деталей типу «вал».

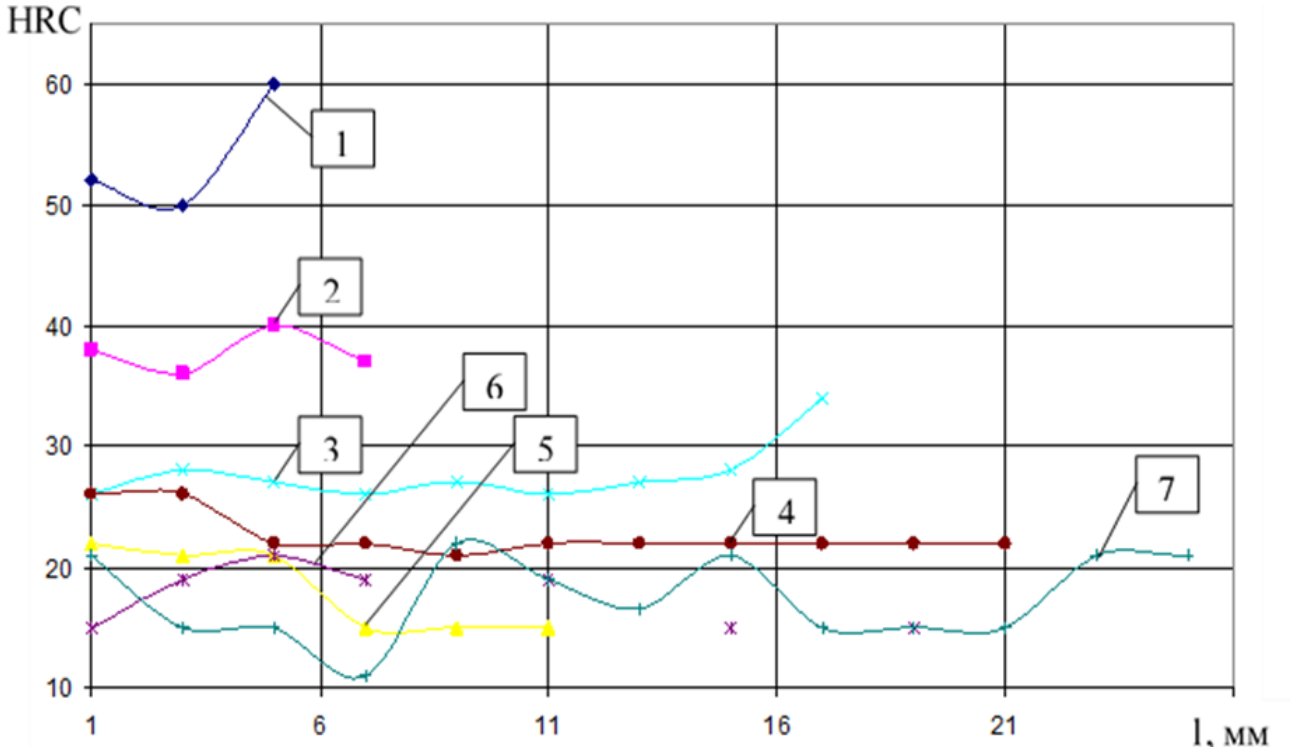
Дослідження впливу термічних полів процесу наплавлення покриттів на їх структуру та твердість





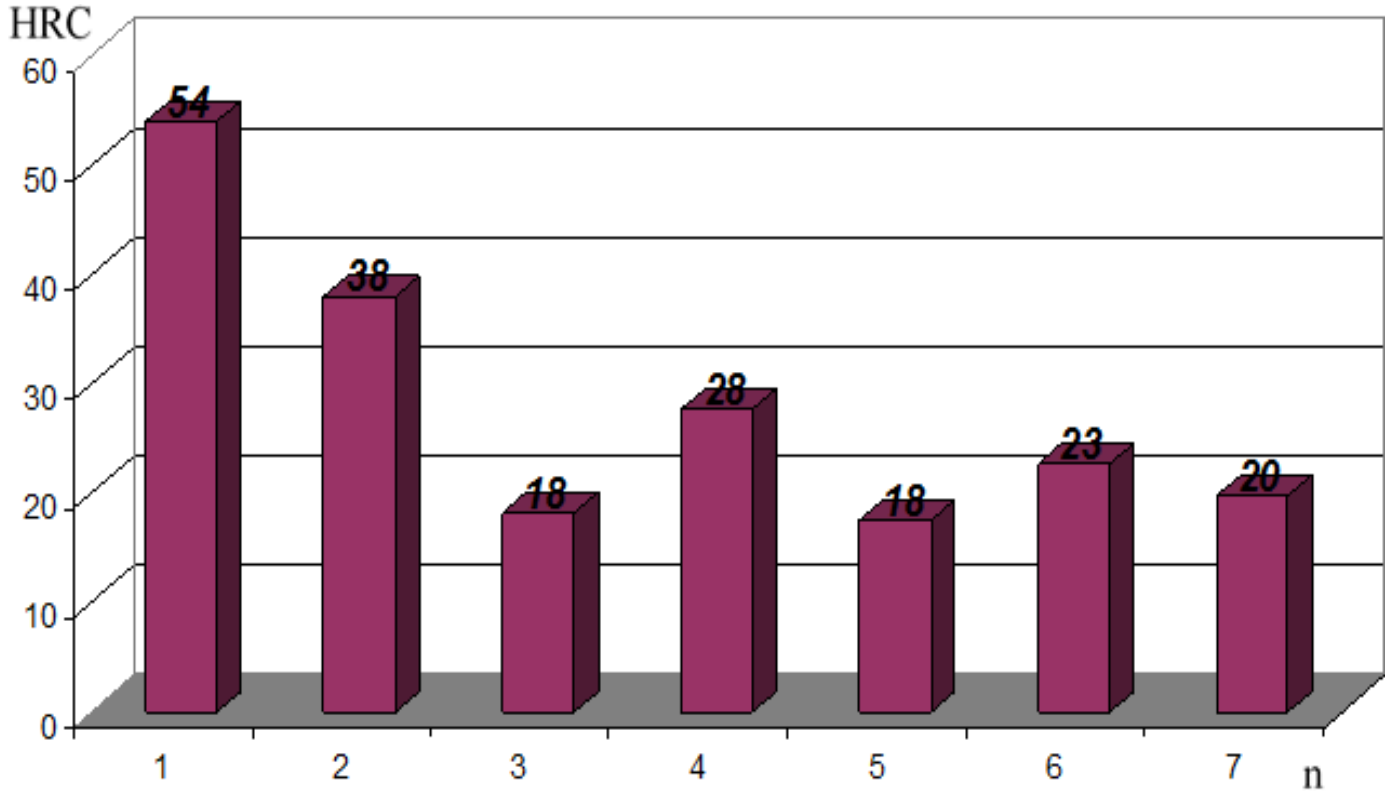
Зразки для проведення досліджень

Зміна твердості по довжині нанесеного покриття



(позиції на рисунку відповідають порядковому номеру зразка):
1 – 1-ий зразок, 2 – 2-ий зразок, 3 – 3-ій зразок, 4 – 4-ий зразок,
5 – 5-ий зразок, 6 – 6-ий зразок, 7 – 7-ий зразок

Гістограма зміни інтегральної твердості покриття залежно від кількості наплавлених валків

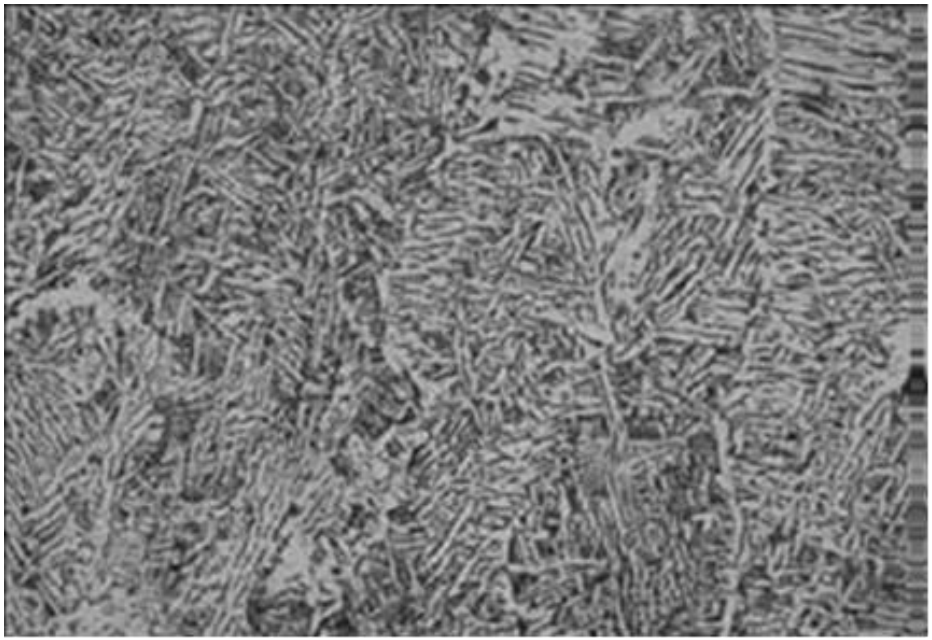


1. Проведене дослідження показало, що кількість валків, що наносяться на деталь при формуванні покриття шляхом наплавлення, значно впливає на розподіл температур в деталі, мікро-, макроструктуру і твердість покриття.

2. Твердість покриття, що формується накладанням двох і більше валиків, є нерівномірною по всій довжині покриття, але змінюється в невеликих межах (до 5-10 %).

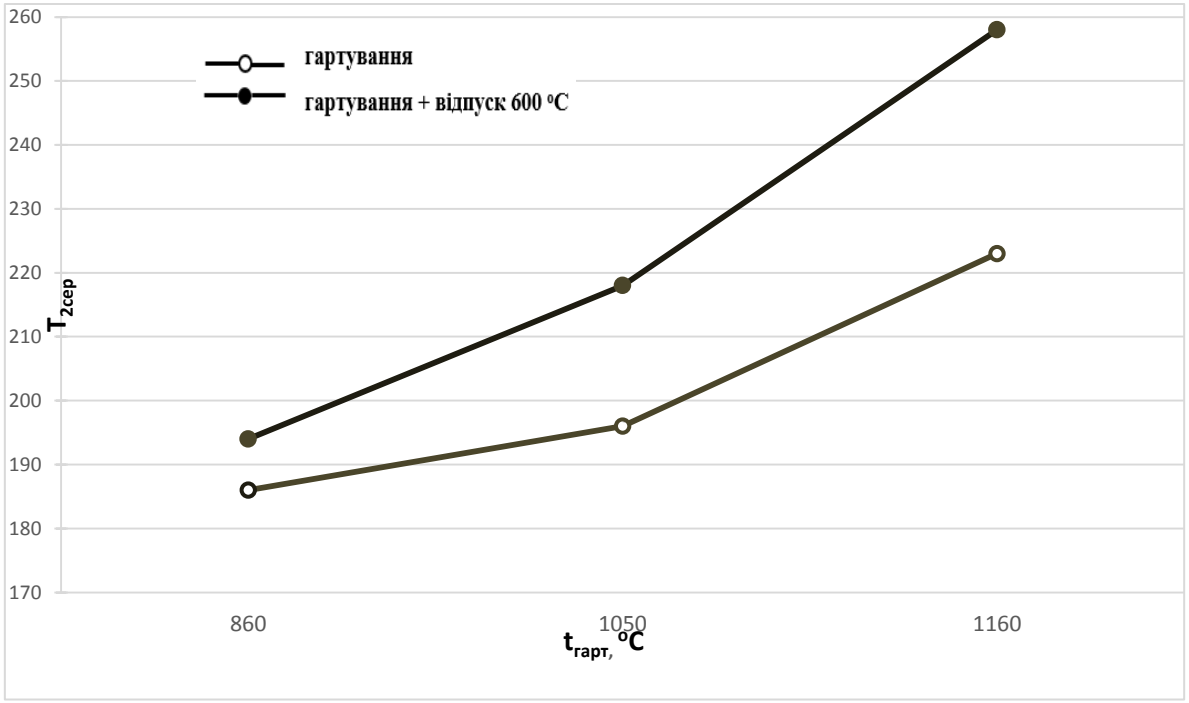
3. Для підвищення твердості покриття, яке формується послідовним накладанням двох і більше валиків, необхідно вводити додаткове охолодження деталі.

Мікроструктура наплавленного металу (х500)



Метал наплавленого покриття має крупнозернисту феррито-перлітну структуру. Мікротвердість зерен фериту дорівнює HV=2010 МПа, а мікротвердість зерен перліту дорівнює HV=2200…2500 МПа.

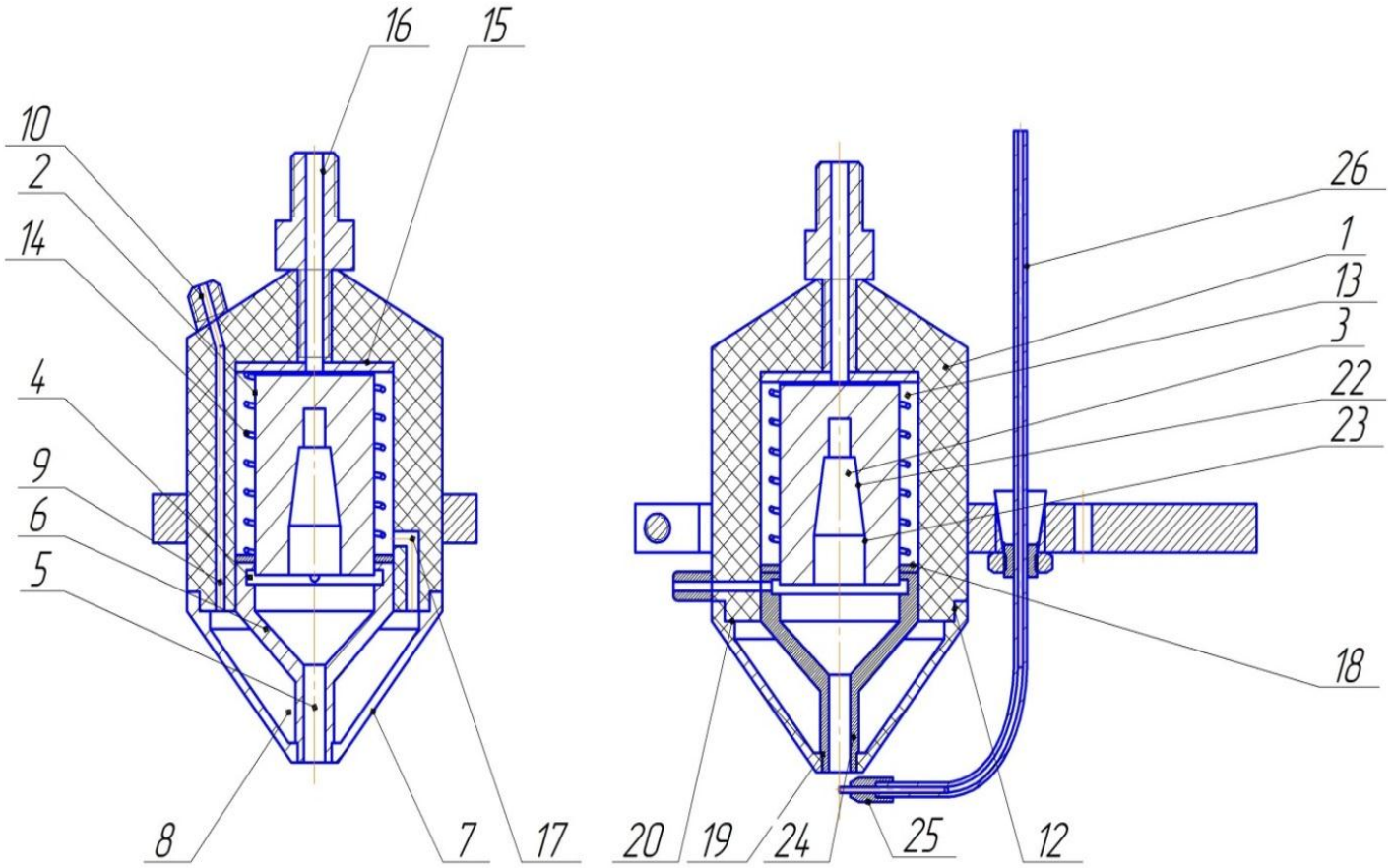
Вплив температури гартування на розмірні характеристики структурних складових



Залежність зміни середньої величини періодичності максимумів мікротвердості ($T_{2сер}$) від температури гартування ($t_{гарт}$) наплавлених зразків сталі 40Х

Збільшення температури гартування з 869, 1050 та 1160^{o}C сприяє росту діаметра аустенітного зерна, середнього розміру пакетів мартенситу та поперечного перерізу рейок мартенситу. Це сприяє подальшому зростанню об’ємів матеріалу з підвищеними механічними характеристиками, які відповідають принципам Шарпі-Бочвара.

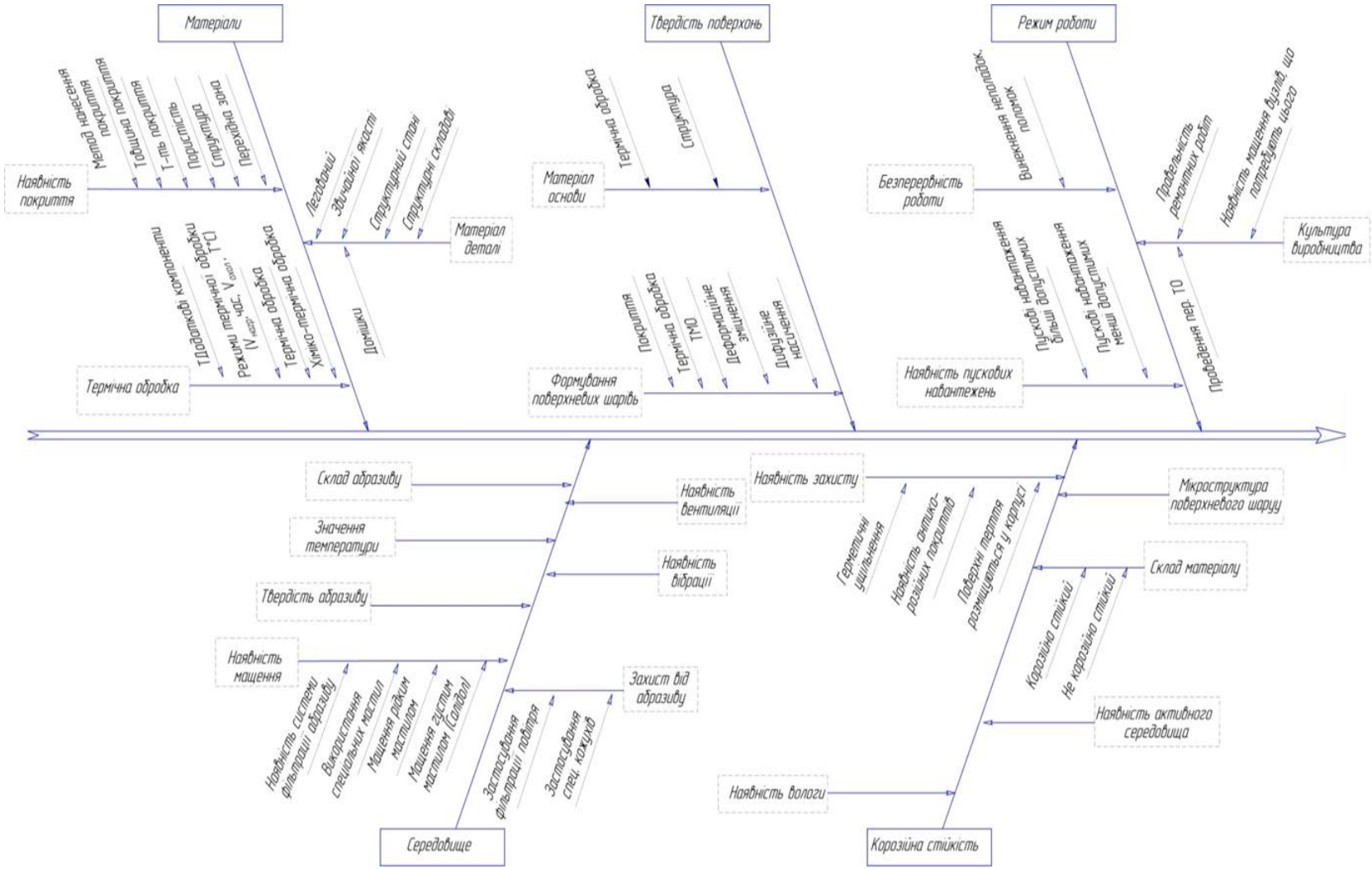
Конструктивна схема плазмотрона



1 - корпус, 2 – плазмотвірне сопло, 3 – захисне сопло, 4 – канал плазмотвірного газу, 5 – канал захисного газу.

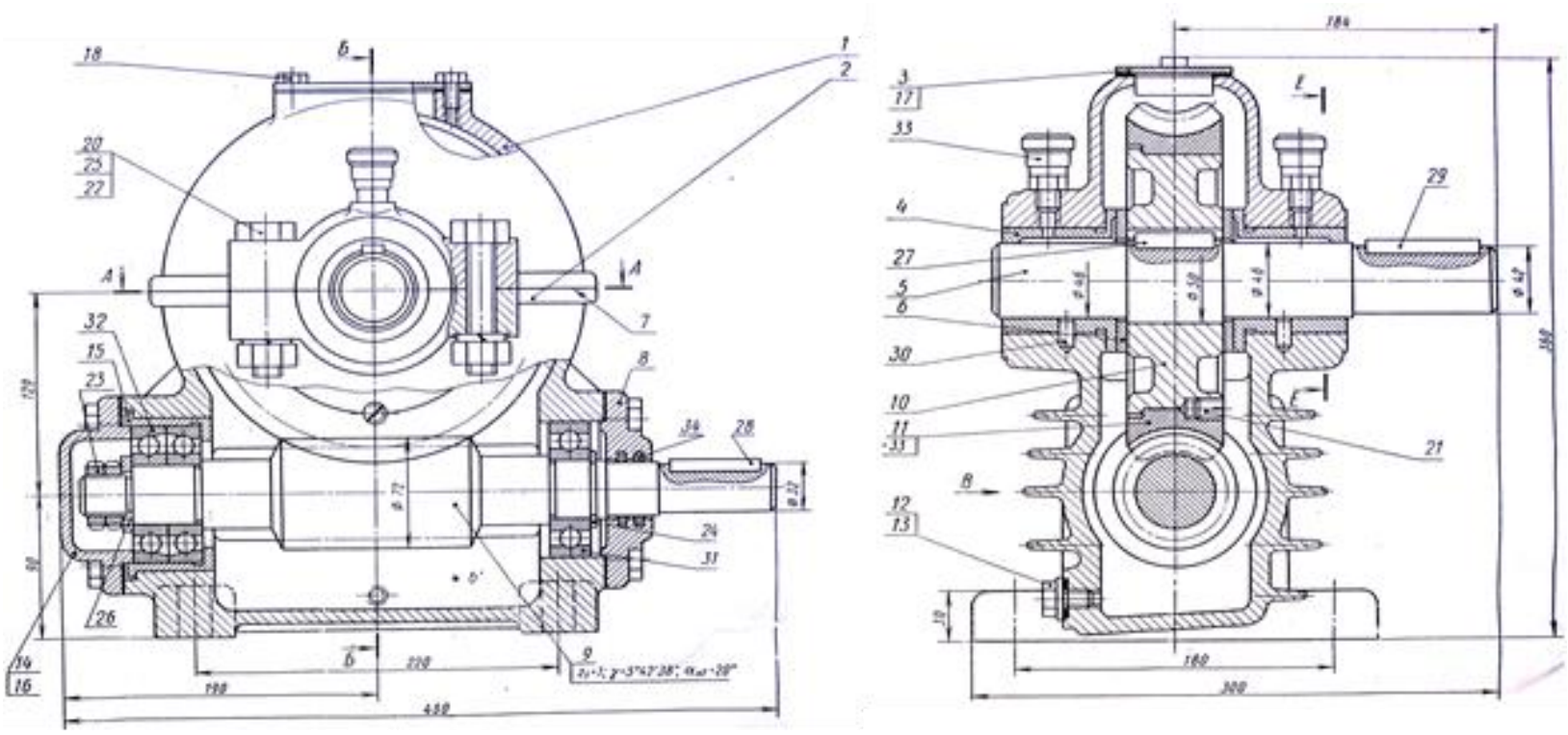
6 – передня ізоляційна втулка, 7 – задня ізоляційна втулка, 8 – електрод, 9 – трубопровід для потоку охолоджувальної рідини. 10 – відвідний канал, 11 – кільцевий канал для рідини, 12 – з’єднувальний кільцевий канал рідини, 13 – канал в електроді, 14 – гайка, 15,16,17 – штуцери,18 – зажимний болт,19 – дротопідвід

Причинно - наслідкова діаграма Ісікави виконана для валу 02.001.005 черв’ячного редуктора



РОЗРОБКА ТА ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ ВАЛУ 02.001.005 ЧЕРВ’ЯЧНОГО РЕДУКТОРА

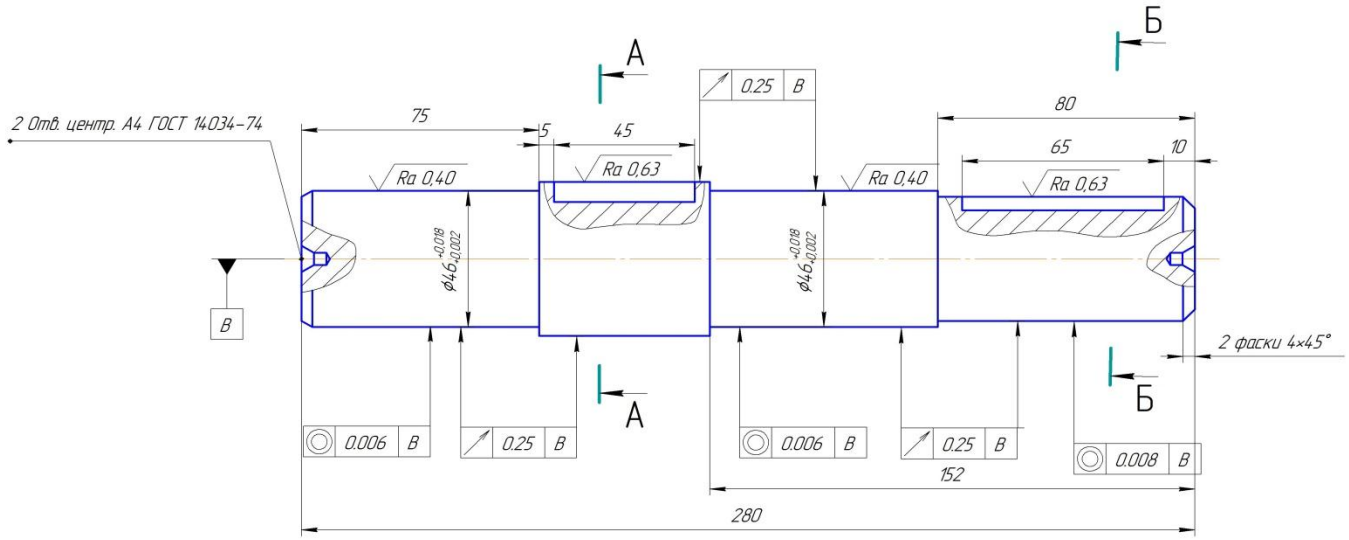
Черв'ячний редуктор

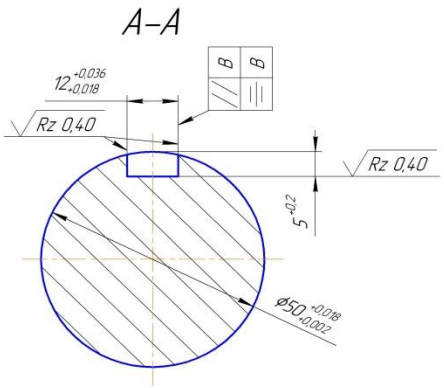


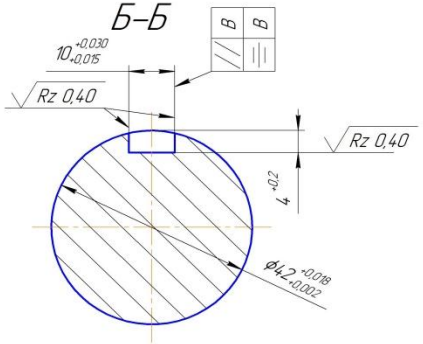
РОБОЧЕ КРЕСЛЕННЯ

08-27.МКРР.006.00.00

Ra 2,0 (√)







1. HRC 48...50
2. Невказані граничні відхилення розмірів: отворів по H14, валів по h14, інших по ±IT14/2

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	08-27.МКРР.006.00.00		
Разраб.		Наумов В.В.			Вал 02.001.005	Лит.	Масса	Масштаб
Пров.		Бажалець Д.В.						1:1
Т.контр.						Лист	Листов 1	
Н.контр.		Шенфельд В.И.			Сталь 40Х ГОСТ 4543-71	ст.гр. ЗВ-19м		
Утв.		Полищук Л.К.						

Копировал Формат А2

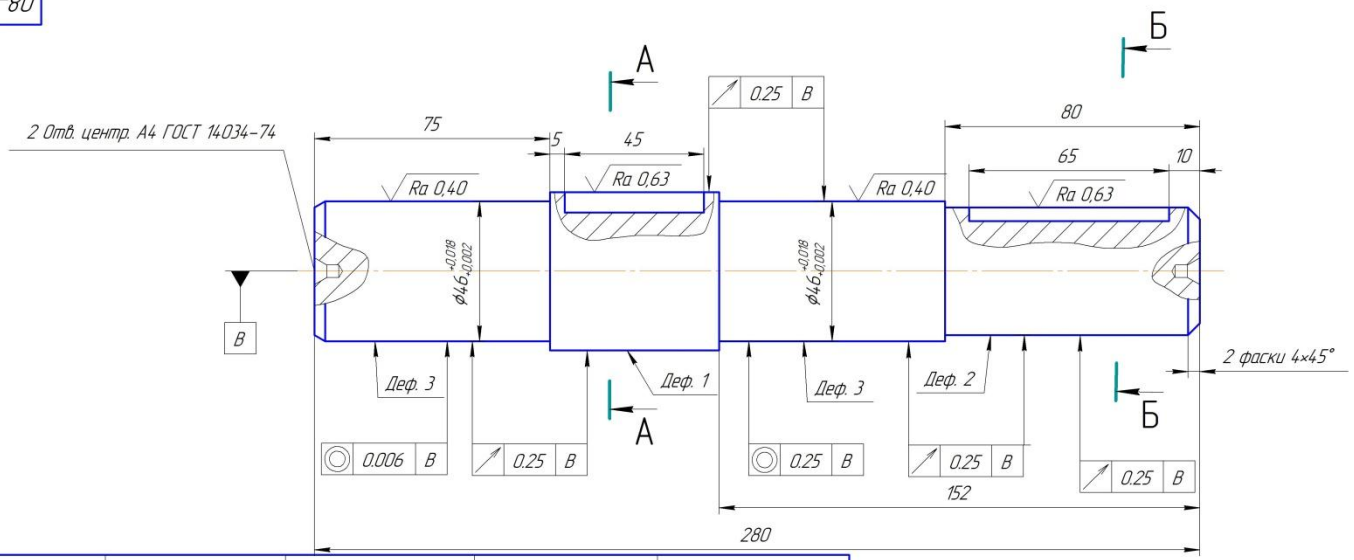
Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

3D МОДЕЛЬ ДЕТАЛІ

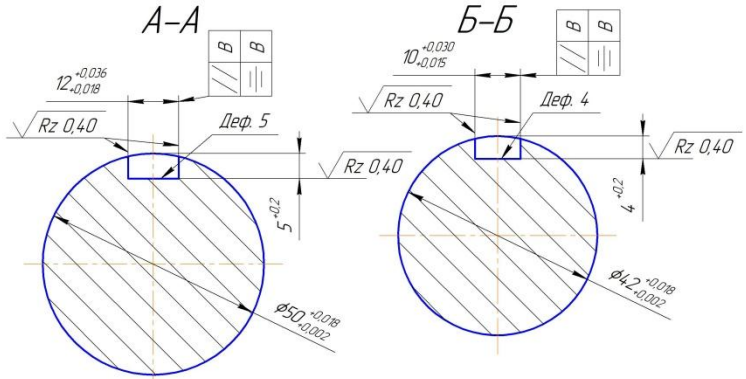


РЕМОНТНЕ КРЕСЛЕННЯ

08-27.МКР.006.00.01



№ Дефекту	Найменування дефекту	Коефіцієнт повторюваності дефекту від загальної к-сті деталей, що надходять на дефектацію	Коефіцієнт повторюваності дефекту від загальної кількості ремонтно-придатних деталей	Основний спосіб усунення дефекту	Допустимий спосіб усунення дефекту
1	Спрацювання посадочних поверхонь під колесо до розміру меньше ϕ 50мм.	0,3	0,27	Плазмове напилювання	Наплавлення в середовищі СО2
2	Спрацювання посадочної поверхні під шків до розміру меньше ϕ 42мм.	0,5	0,46	Плазмове напилювання	Наплавлення в середовищі СО2
3	Спрацювання опорної шийки під втулку до розміру меньше ϕ 46 мм.	0,4	0,38	Плазмове напилювання	Наплавлення в середовищі СО2
4	Спрацювання поверхонь шпонкового пазу	0,95	0,91	Фрезерувати під ремонтний розмір	Заплавити паз, нарізати в новому місці
5	Спрацювання поверхонь шпонкового пазу	0,85	0,8	Фрезерувати під ремонтний розмір	Заплавити паз, нарізати в новому місці



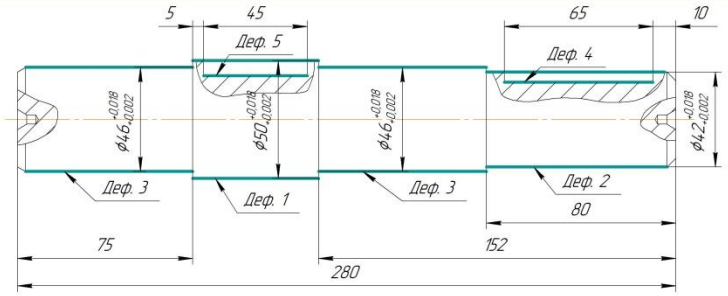
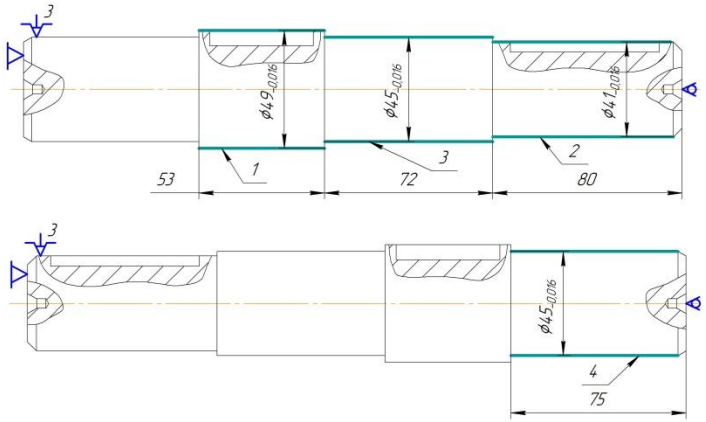
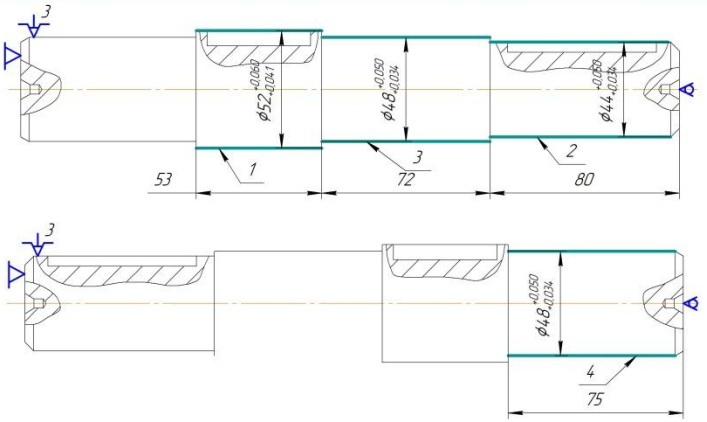
Вал не приймається на відновлення в разі наявності сколів та тріщин

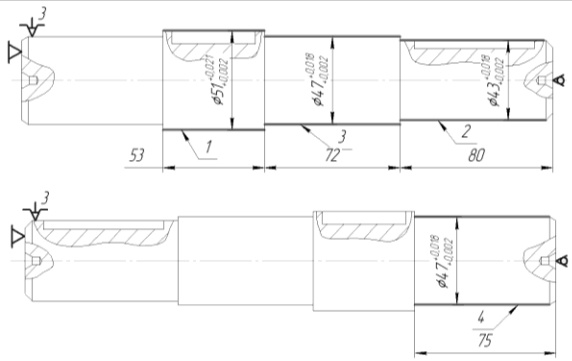
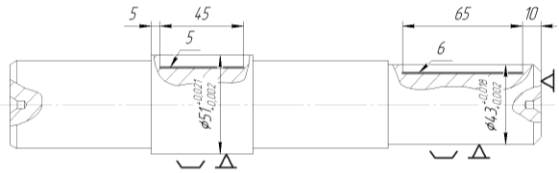
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	08-27.МКР.006.00.01
Разраб.		Наумов В.В.			Вал 02.001.005 (Ремонтне креслення)
Пров.		Бакалець Д.В.			
Т.контр.					
Н.контр.		Шенфельд В.Й.			Сталь 40Х ГОСТ 4543-71
Утв.		Полищук Л.К.			

Лит. Н | Масса | Масштаб 11 | Лист | Листов 1 | гр. 13В-19м

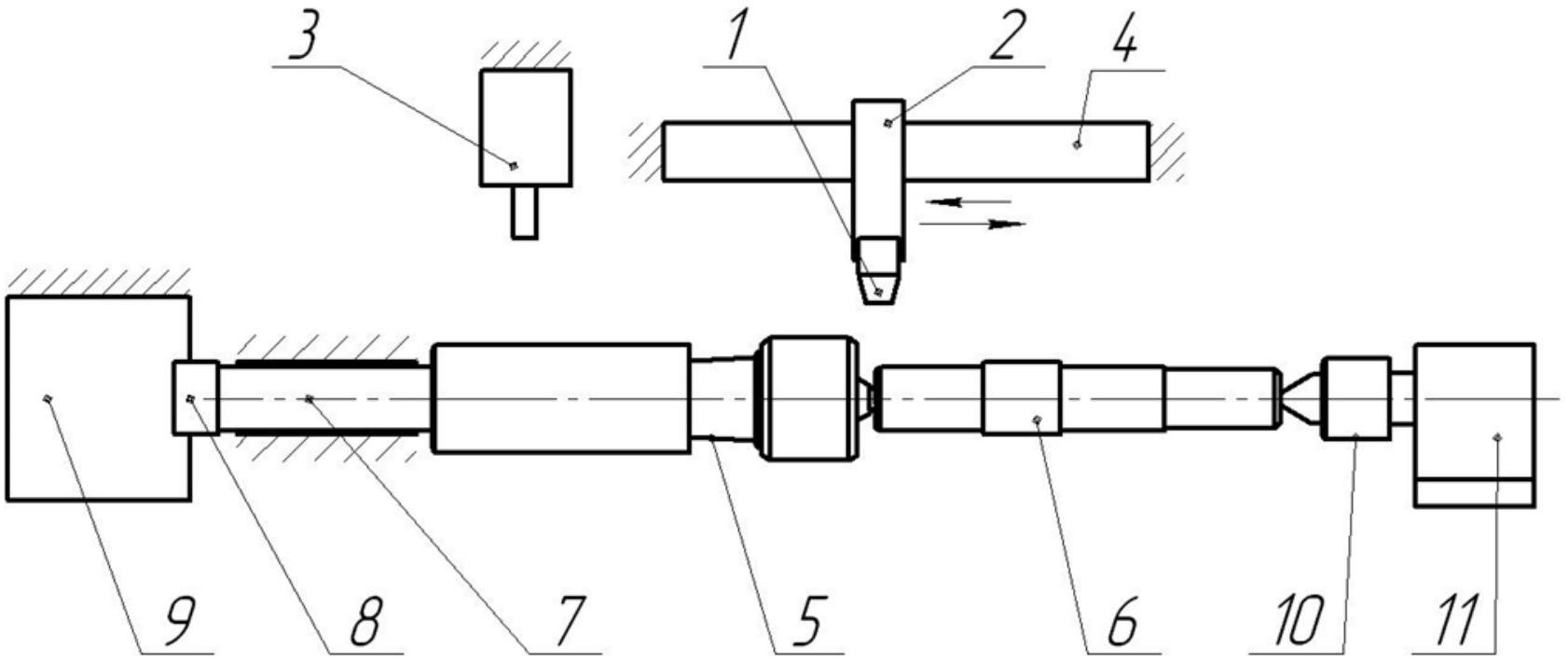
Копировал | Формат А2

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВІДНОВЛЕННЯ ВАЛУ 02.001.005

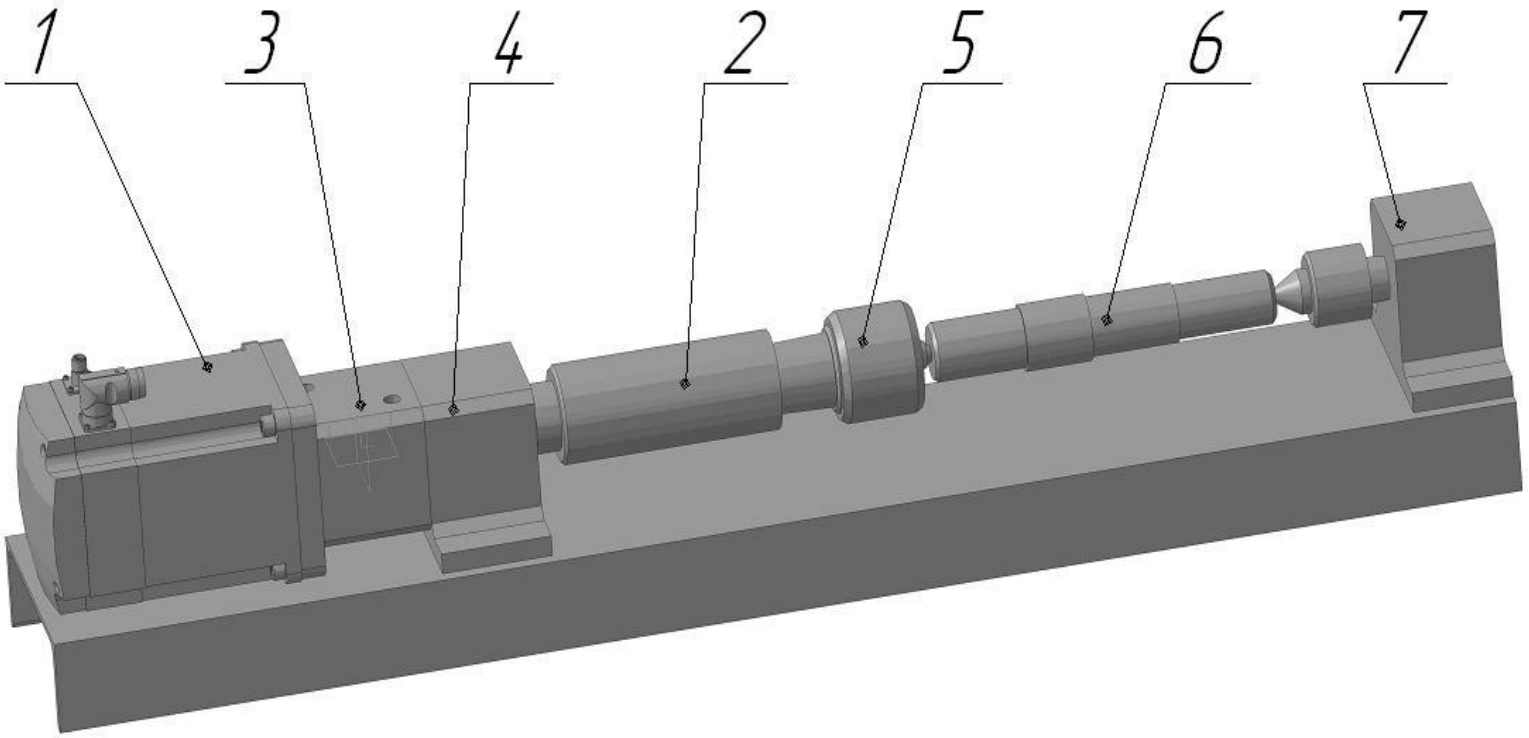
№ опер	Операційні переходи	Ескізи обробки	Моделі верстатів
005	Мийна		
010	Дефектувальна 1. Виміряти поверхні 1,2,3,4,5 за ескізом		Штангенциркуль ШЦ I 0-200, Мікрометр гладкий МК25-50 ГОСТ6507-78
015	Токарна 1. Встановити заготовку, закріпити, зняти заготовку. 2. Точити поверхні 1,2,3 до розмірів за ескізом. 3. Перевстановити заготовку. 4. Точити поверхню 4 до розмірів за ескізом.		Токарно-гвинторізний верстат 16К20;
020	Напилювання 1. Встановити заготовку, закріпити зняти заготовку. 2. Напилити поверхні 1,2,3,4 до розмірів за ескізом.		напилювальна установка з ЧПУ

025	Токарна 1. Встановити заготовку, закріпити, зняти заготовку. 2.Точити поверхні 1,2,3 до розмірів за ескізом. 3. Встановити заготовку, закріпити, зняти заготовку. 4.Точити поверхню 4 до розмірів за ескізом.		Токарно-гвинторізний верстат 16К20;
030	Фрезерна Фрезерувати шпонкові пази 5, 6 під ремонтний розмір		Верстат фрезерний
035	Термічна Гартувати поверхні 1,2,3		Індуктор Пірометр
040	Шліфувальна 1. Встановити, закріпити, зняти заготовку. 2. Шліфувати поверхні 1,2,3,4 попередньо до розмірів за ескізом. Шліфувальна 1. Встановити, закріпити, зняти заготовку. 2. Шліфувати поверхні 1,2,3,4 остаточно до розмірів за ескізом.		Кругло шліфувальний верстат 3М151Е;
045	Контрольна 1. Виміряти розміри та якість відновлених поверхонь		Штангенциркуль ШЦ I 0-200. Мікрометр гладкий МК 25-50 ГОСТ 6507-78

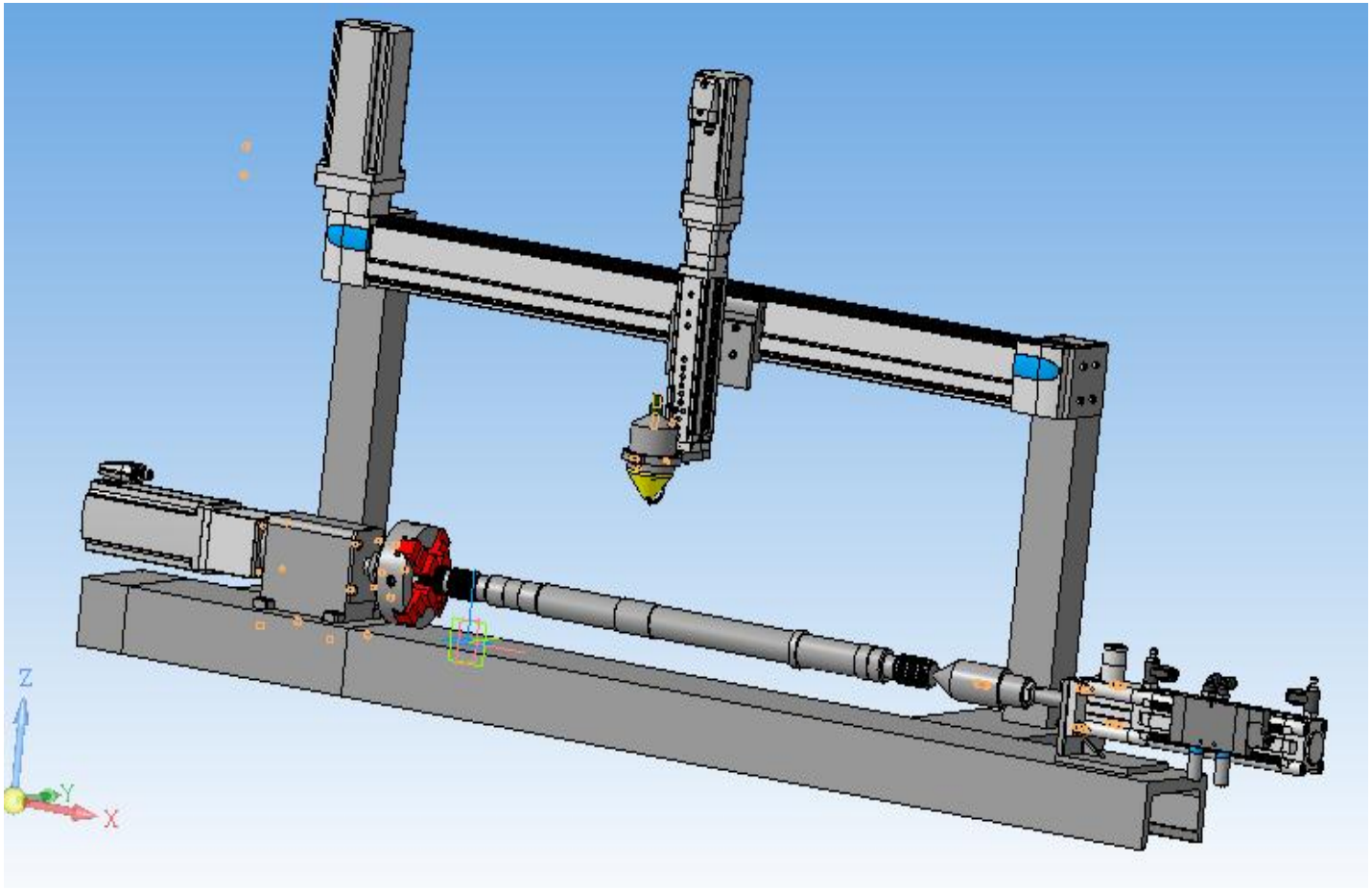
Конструктивна схема установки з ЧПУ



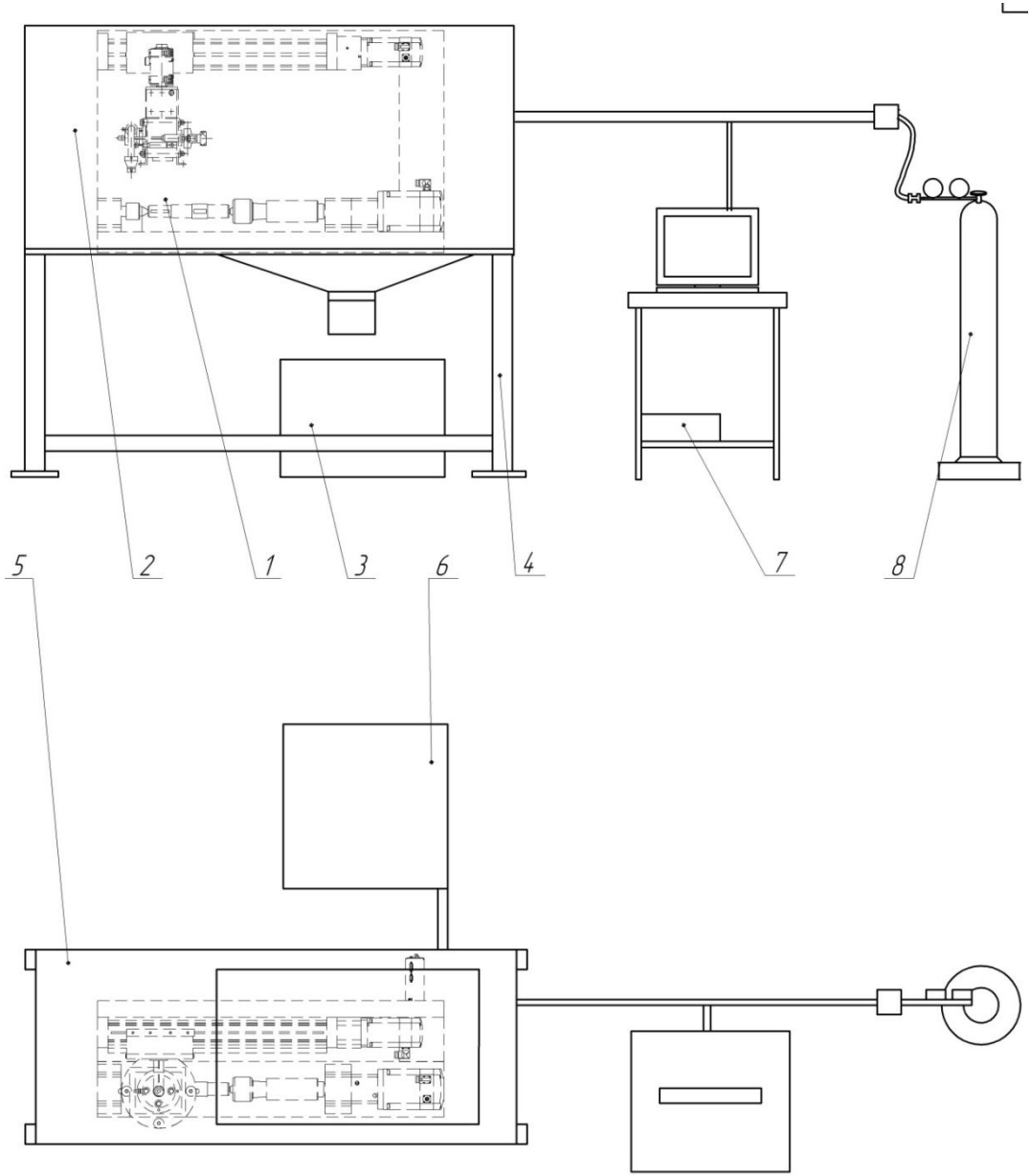
3D модель приводу обертання



Установка з числовим програмним керуванням



Робоче місце



ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проведене дослідження показало, що кількість валків, що наносяться на деталь при формуванні покриття шляхом наплавлення, значно впливає на розподіл температур в деталі, мікро-, макроструктуру і твердість покриття.
2. Твердість покриття, що формується накладанням двох і більше валиків, є нерівномірною по всій довжині покриття, але змінюється в невеликих межах (до 5-10 %).
3. Для підвищення твердості покриття, яке формується послідовним накладанням двох і більше валиків, необхідно вводити додаткове охолодження деталі.
4. Збільшення температури гартування з 869, 1050 та 1160^{o}C сприяє росту діаметра аустенітного зерна, середнього розміру пакетів мартенситу та поперечного перерізу рейок мартенситу. При всіх вказаних температурах гартування виявлено пакетний та голчастий мартенсит, але розміри кристалів останнього є меншими, ніж у сталі 40Х без термообробки покращення. Це сприяє подальшому зростанню об'ємів матеріалу з підвищеними механічними характеристиками, які відповідають принципам Шарпі-Бочвара.
5. За рахунок модернізації конструкції плазмового розпилювального пристрою, точного розрахунку плазмових каналів, та розташування каналу подачі порошку, досягається зменшення часу на робочий режим та забезпечується висока надійність роботи розпилювального пристрою, що сприяє якості нанесеного покриття.
6. За методом причинно-наслідкової діаграми (діаграми Ісікави) визначили основні фактори, що впливають на довговічність відновлених деталей. Показано, що до них слід віднести середовище у якому працює вал та матеріал поверхні тертя.
7. На базі вузлів фірми Festo розроблена установка з числовим програмним керуванням для відновлення є на позитивний результат від вкладення інвестицій. Крім цього відносна ефективність вкладених інвестицій перевищує мінімальну ставку дисконтування. Розрахунки показують, що окупність даного проекту складає менше, ніж один рік, що також є дуже позитивним фактором для інвестування проекту.
8. Технологічний процес відновлення відповідає вимогам охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Дякую за увагу