



Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Кафедра галузевого машинобудування

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОЧИХ
ПОВЕРХОНЬ ШТОКА ДОМКРАТА УКД-200

Виконав: ст.гр. 13В-17м

Кривенко М.О.

Керівник: к.т.н., доц.

Шиліна О.П.

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРАВЛЕНІ НА ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ

- Метою даної роботи є підвищення якості відновлення робочих поверхонь штока домкрата УКД-200 за рахунок автоматизації робочого процесу, використання як новітніх розробок відновлювального обладнання, так і актуальних більш старих установок та дослідження процесів, що впливають на довговічність роботи деталі.

Для досягнення поставленої мети сформульовано такі основні задачі:

- υ 1. Створення технології відновлення штоків домкрата, за рахунок якої досягається можливість регулювання якості відновленої поверхні та зменшення витратних матеріалів.
- υ 2. Дослідити розподіл температурних полів при плазмовому напилюванні та їх вплив на геометричні характеристики та напружений стан штока домкрата;
- υ 3. Дослідити якість продукції із застосуванням метода причинно-наслідкової діаграми;
- υ 4. Спроекувати установку з числовим програмним керуванням.

Наукова новизна

Наукову новизну магістерської кваліфікаційної роботи становлять наступні основні результати виконаних теоретичних і експериментальних досліджень:

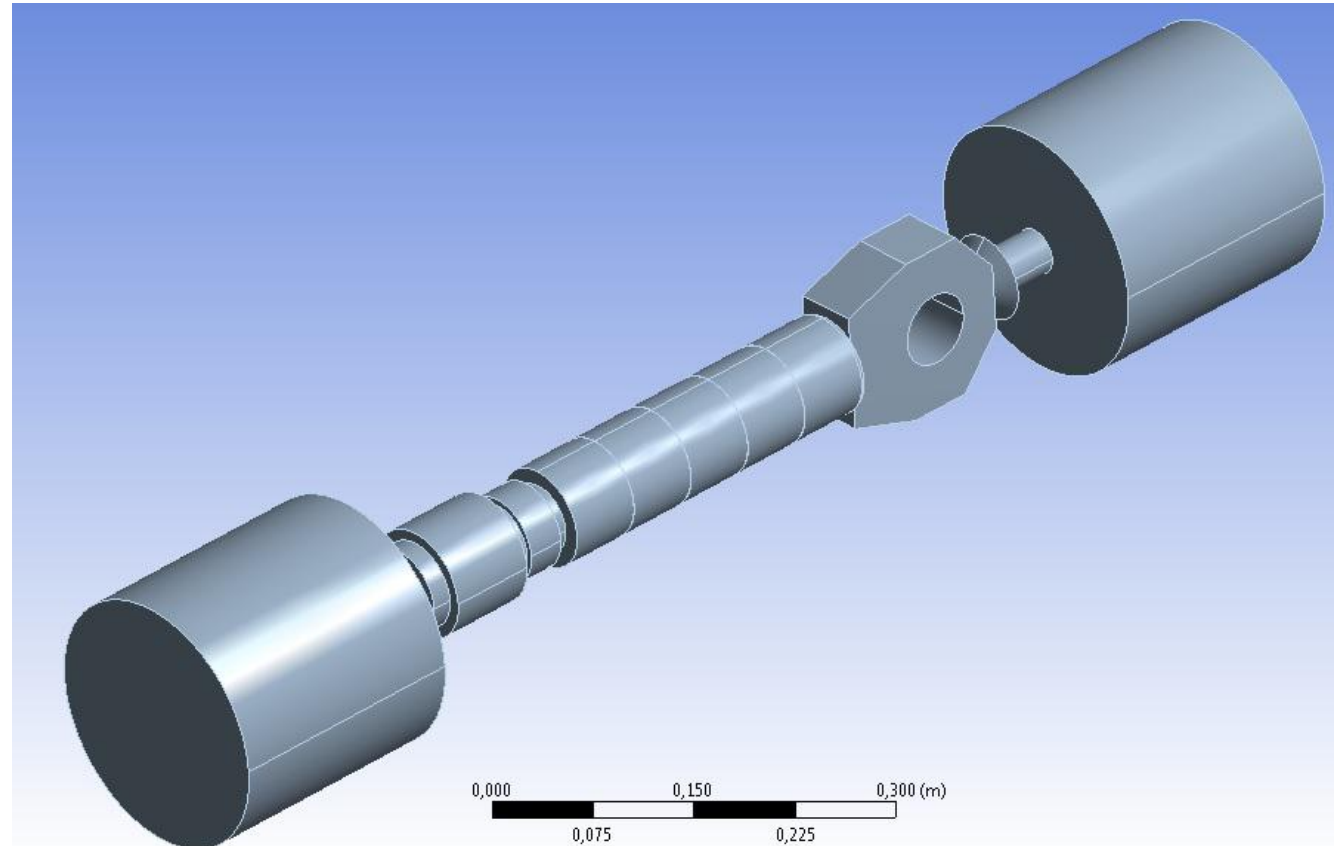
- Експериментально підтверджено коректність використання пакету програм кінцево-елементного аналізу для моделювання процесів відновлення;
- Досліджено розподіл температурних полів при відновленні штока методом плазмового напилювання та їх вплив на геометричні характеристики та напружений стан деталі;
- Досліджено якість продукції із застосуванням метода причинно-наслідкової діаграми.

Практичне значення одержаних результатів

- v Було проведено аналіз ефективності способів відновлення зношених робочих поверхонь з урахуванням сучасних вимог до виробничих умов, обрано метод відновлення зношених робочих поверхонь штока домкрата УКД-200.
- v Проведено дослідження та розроблені рекомендації які дозволили розробити устаткування з числовим програмним керуванням, яке може бути використане при модернізаціях інших підприємств по відновленню зношених робочих поверхонь деталей.
- v Результати наукових розробок впроваджено в навчальний процес Вінницького національного технічного університету для студентів спеціальності 132 – «Матеріалознавство», використовуються в науково-дослідній роботі студентів і аспірантів кафедри «Галузевого машинобудування».

Моделювання процесу нанесення газотермічного покриття методом кінцево-елементного аналізу

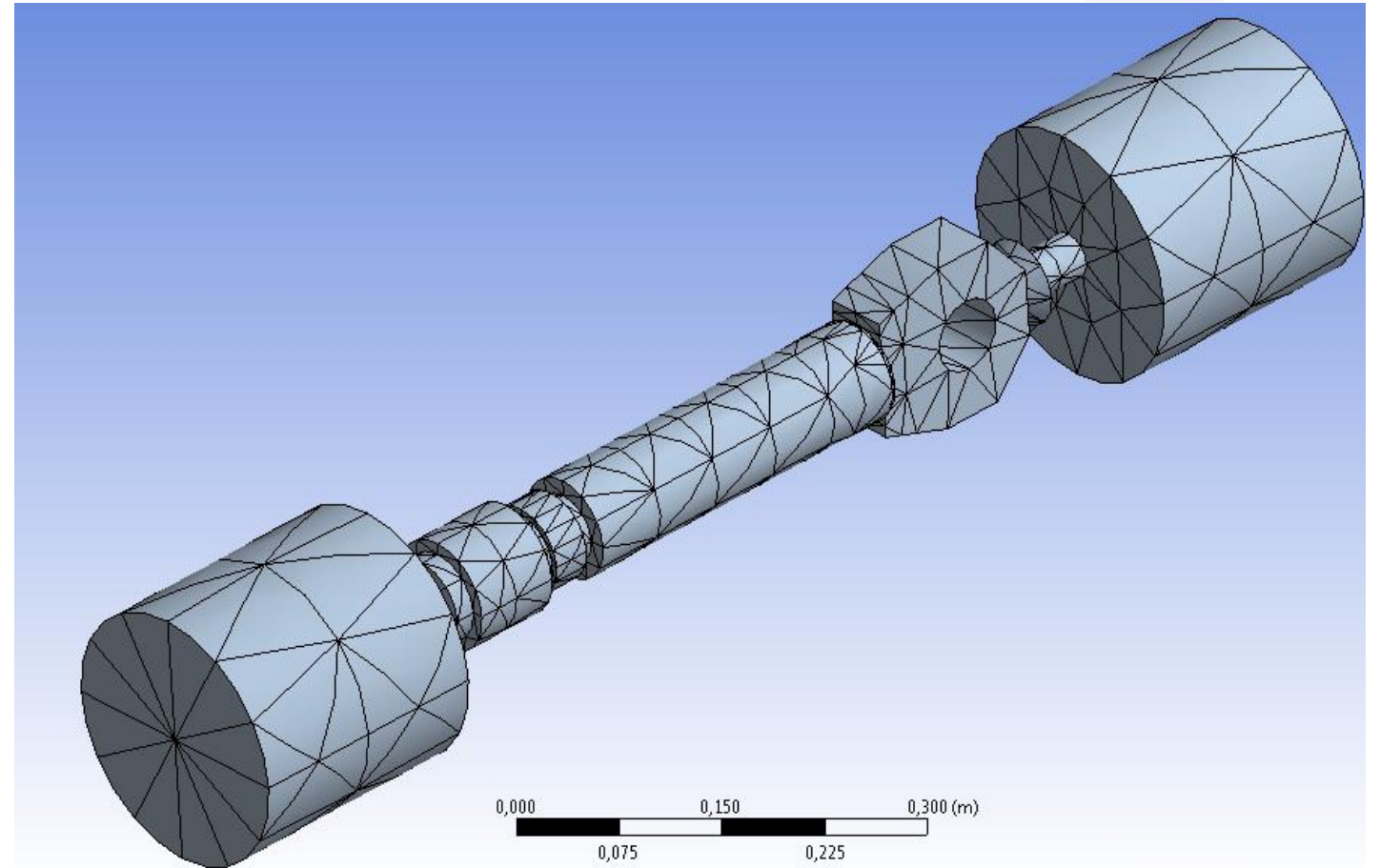
- Для визначення температури деталі в зоні утворення покриття використано пакет програм кінцево-елементного аналізу. Для розрахунку за даним методом було створено 3D - аналог досліджуваного зразка - штока домкрата, закріпленого в центрах.



Спрощена для моделювання процесу нанесення покриття методом кінцево-елементного аналізу:

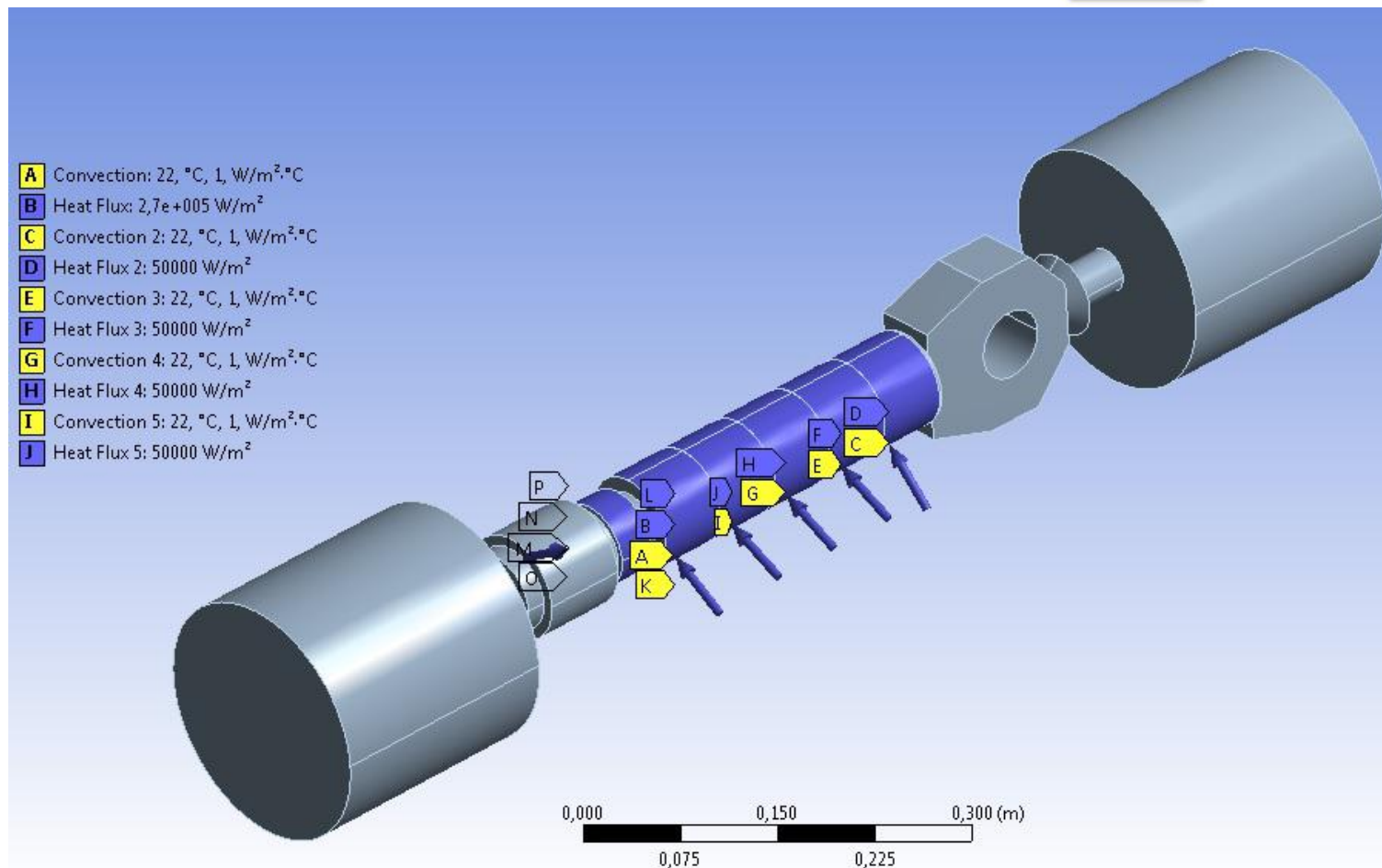
1. У якості джерела тепла задавалася сукупність теплового потоку і конвекційного теплообміну, що діяли на певну ділянку 3-вимірному аналогу деталі у відповідний момент часу;
2. Рух джерела тепла створювався почерговою зміною локації дії тепловкладення. При зміні локації дії тепловкладення керувалися експериментальними даними.

Після створення модель імпортується в пакет програм кінцево-елементного аналізу, де її поверхня розбивається на сітку кінцевих елементів



Для продовження процесу моделювання, вводиться наступна інформація:

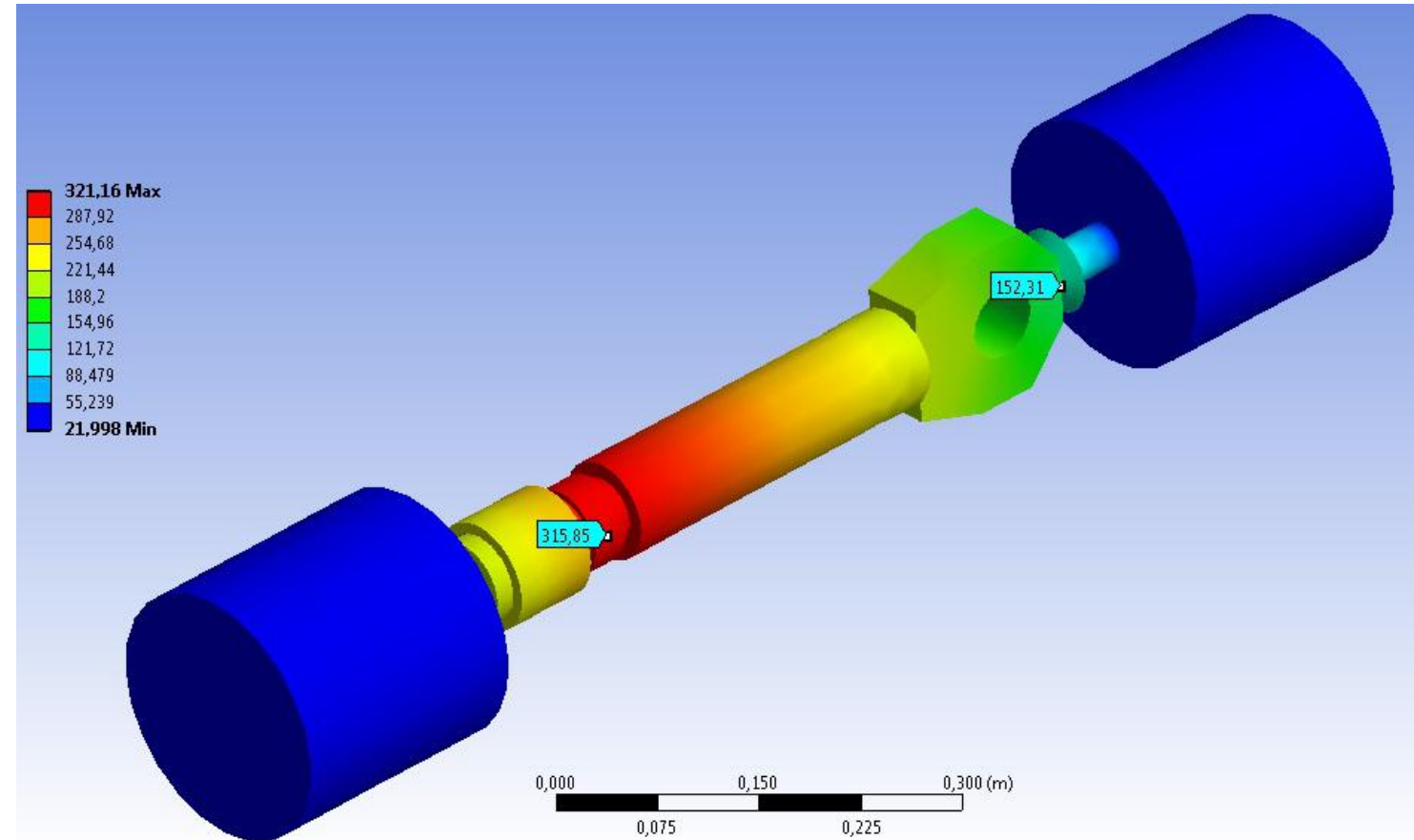
1. Початкова температура середовища;
2. Час впливу теплових факторів.
3. Призначається тепловий вплив на ділянки штока, що підлягають відновленню.



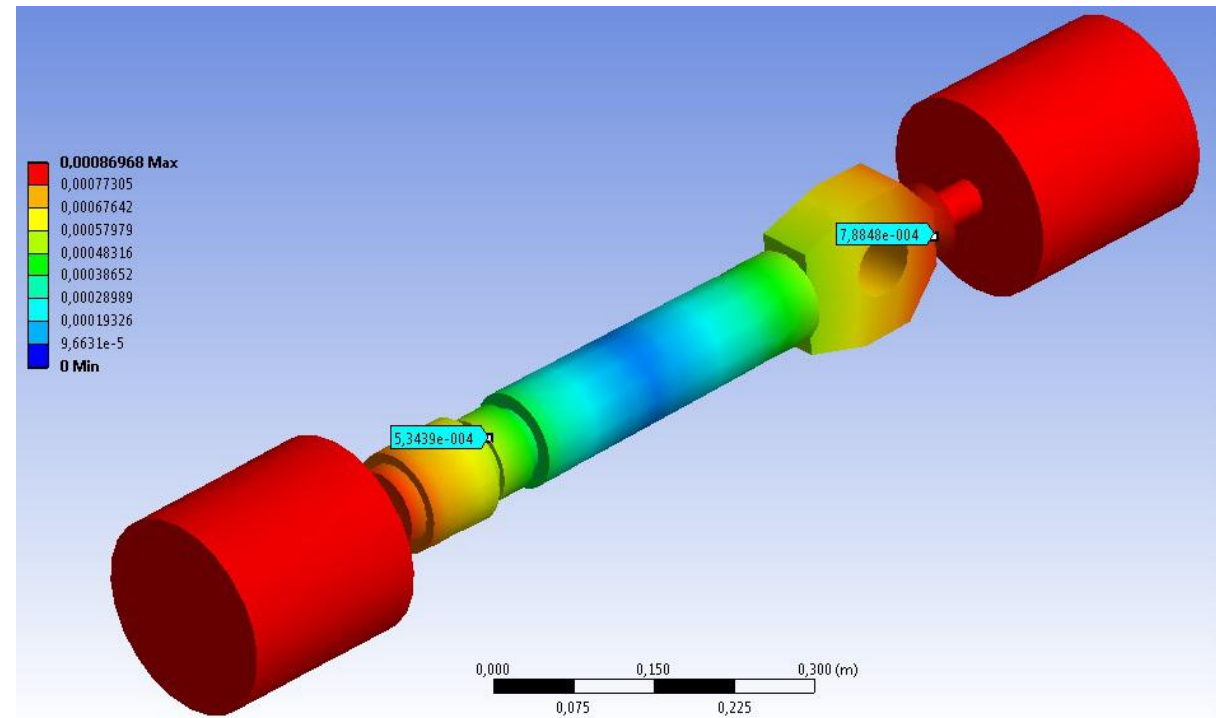
Далі для моделювання, задаються дані, що нас цікавлять у розрахунку. В нашому випадку це:

1. Загальна температура тіла;
2. Сумарні деформації штока після завершення процесу напилення;
3. Напруження в штокові після завершення процесу напилення.

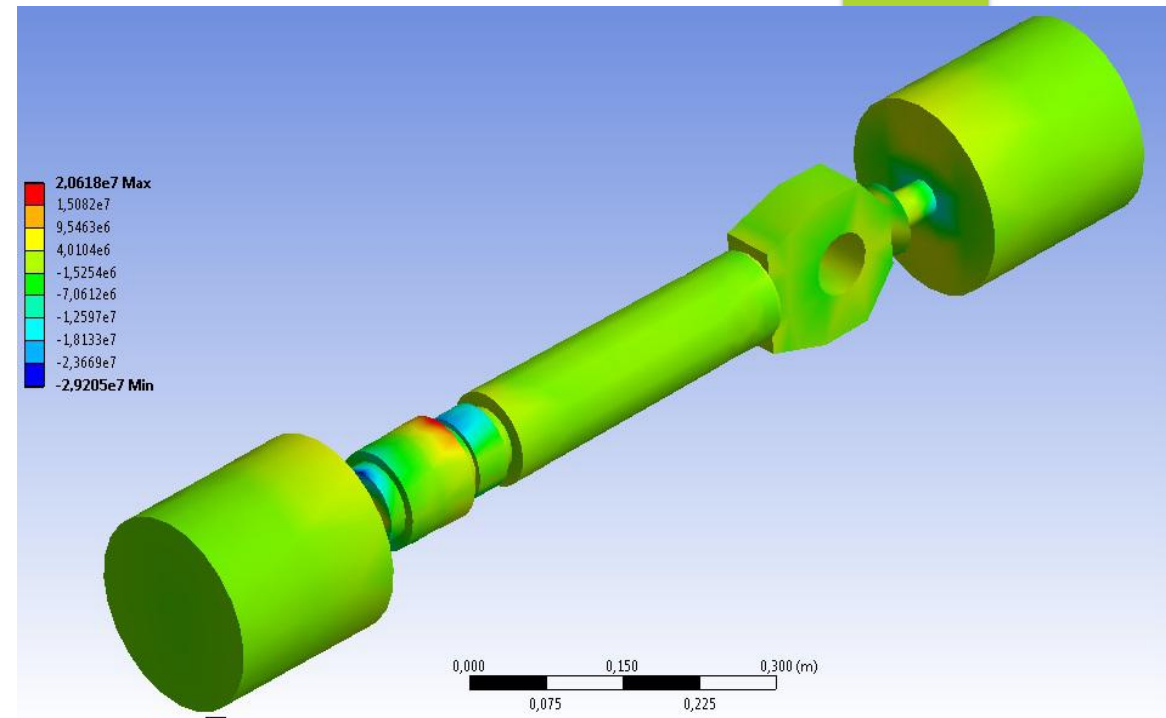
Оскільки деформації і напруження визначаються в момент закінчення процесу напилення, то інформація представляється у вигляді зображення.



Розподіл температурних полів

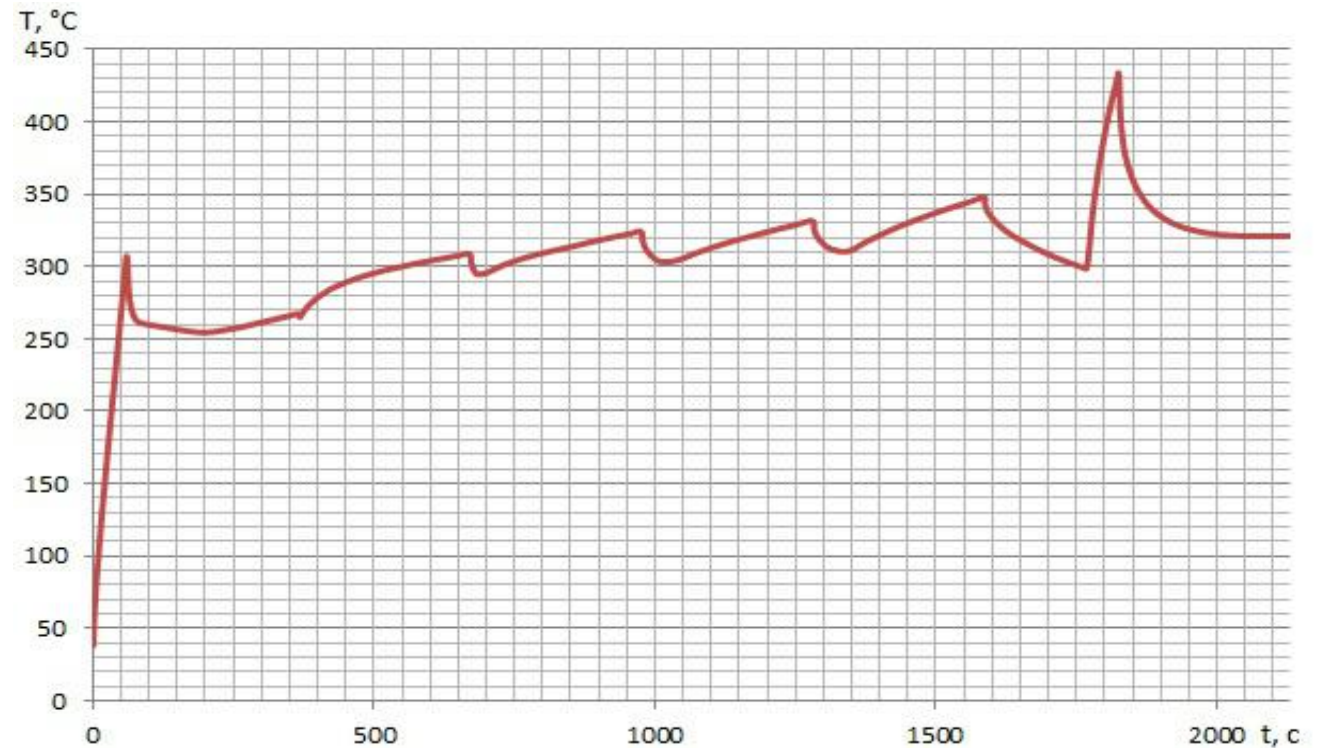


а) Розподіл деформацій



б) Напружений стан в штокові

Метод кінцево-елементного аналізу дозволяє з невеликою похибкою моделювати і досліджувати процеси розподілу температурних полів, деформацій та напружень, що утворилися в деталі внаслідок процесу нанесення покриття (в нашому випадку – плазмове напилювання).



Графік розподілу температур

Методи та результати досліджень напилених шарів

- ⦿ Коефіцієнт витрат матеріалу (КВМ) при плазмовому напилюванні визначали за відомою методикою зважування на лабораторних терезах ВЛТ-1. Пористість покриття – за методикою гідростатичного зважування.
- ⦿ Приготування шліфів для проведення металографічних дослідів здійснювалось за стандартними методиками. Металографічним аналізом (оптичний мікроскоп МИМ-8) виявлені структури покриттів.
- ⦿ ДюрOMETричні випробування виконувались на приладі ПМТ-3 методом вдавлювання алмазної пірамідки під навантаженням від 0.5 до 2 Н [8].

Результати напилювання показали, що як на циліндричному так і плоскому зразках утворюються щільні шари напиленого матеріалу. Спостерігається чітка границя між напиленим шаром та основним матеріалом, що показує якісне формування та розподілення порошкового матеріалу. Товщина напиленого шару сягає близько 3 мм, що є достатнім для відновлення зношених поверхонь штока. Матеріал основи сталь 40Х. Порошок для напилювання: ПГ-19М-01 ГОСТ 2677-78.

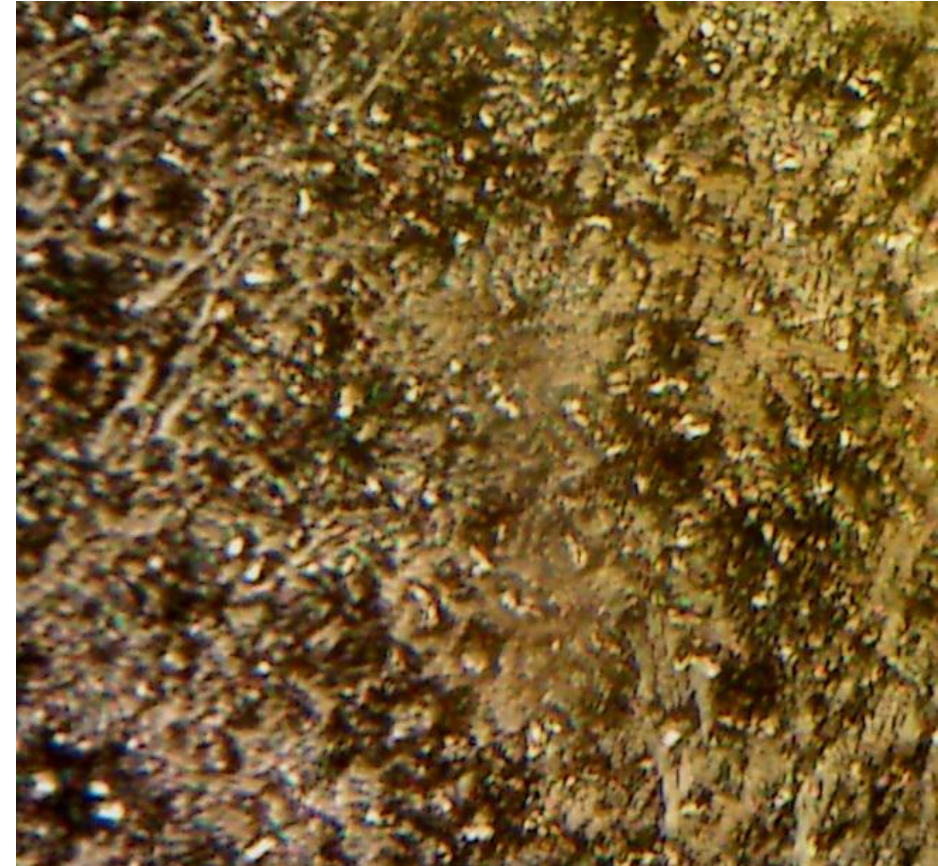


а) Макрошліф сталевого циліндричного зразка після плазмового напилювання



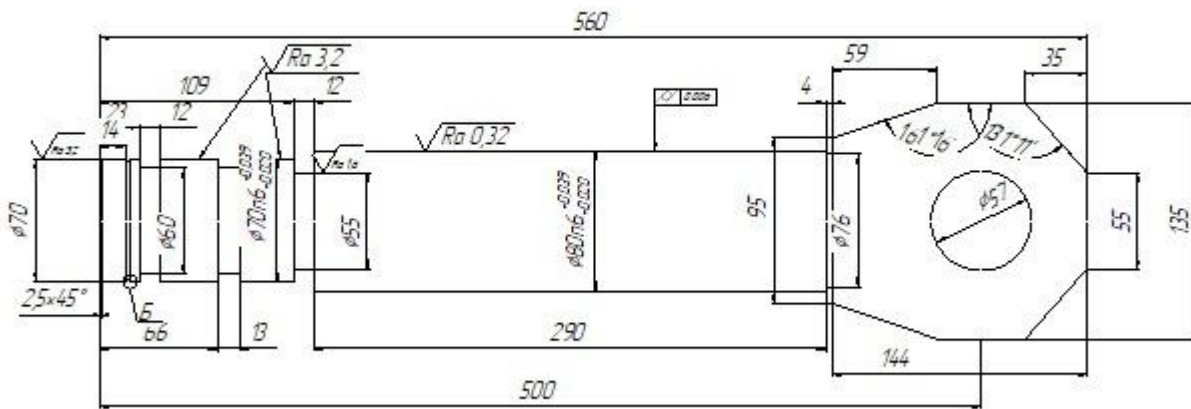
б) Макрошліф сталевого плоского зразка після плазмового напилювання

Металографічний аналіз показав, що в процесі напилювання під впливом теплоти плазмового струменя відбулося утворення поверхневого напиленого шару з рівномірно розташованими по полю мікрошліфа включеннями переважно карбідної фази в перлітній основі, що є досить позитивним з точки зору тертя та зношування

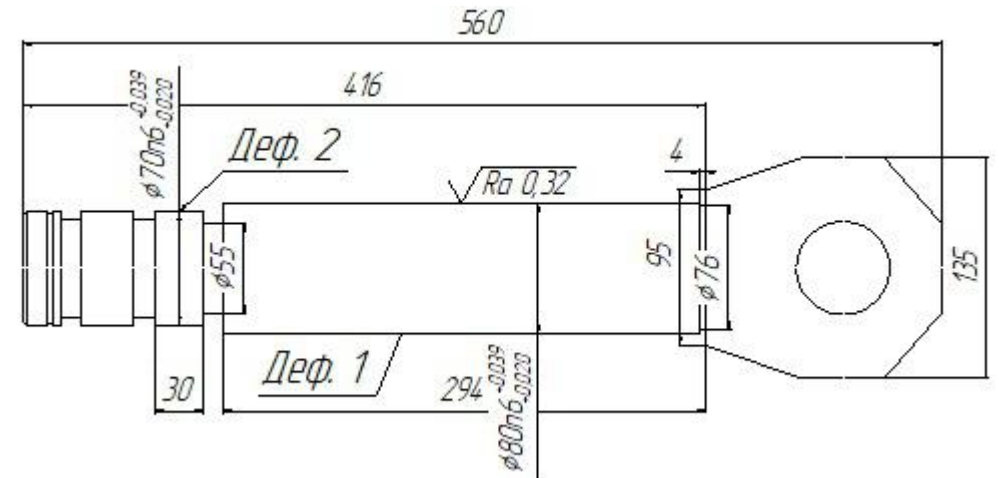


Мікроструктура напиленого шару (x100)

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ШТОКА ДОМКРАТА УКД-200



а) Робоче креслення штоку домкрата УКД -200



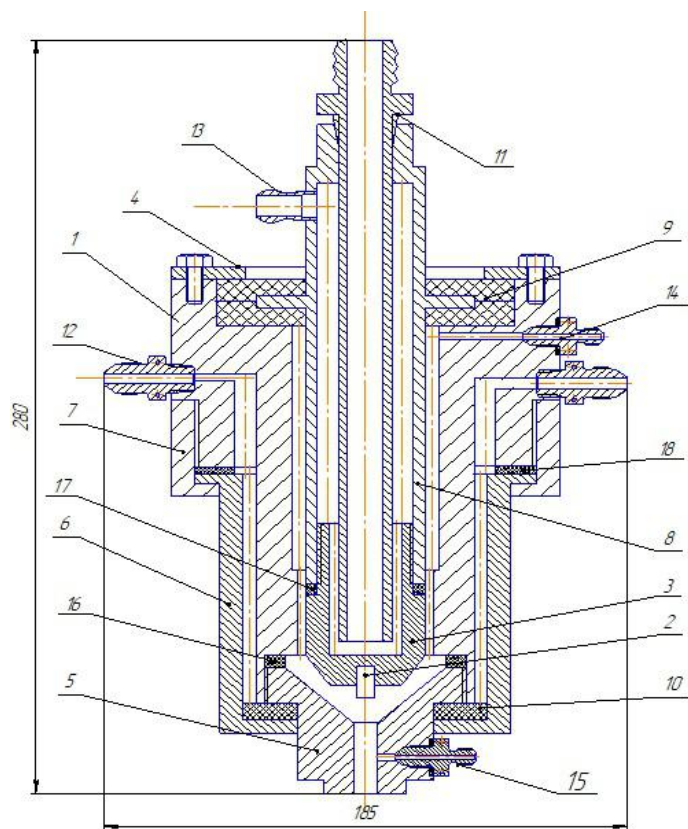
б) Основні дефекти штоку домкрата УКД-200

Маршрут відновлення штока домкрата УКД-200

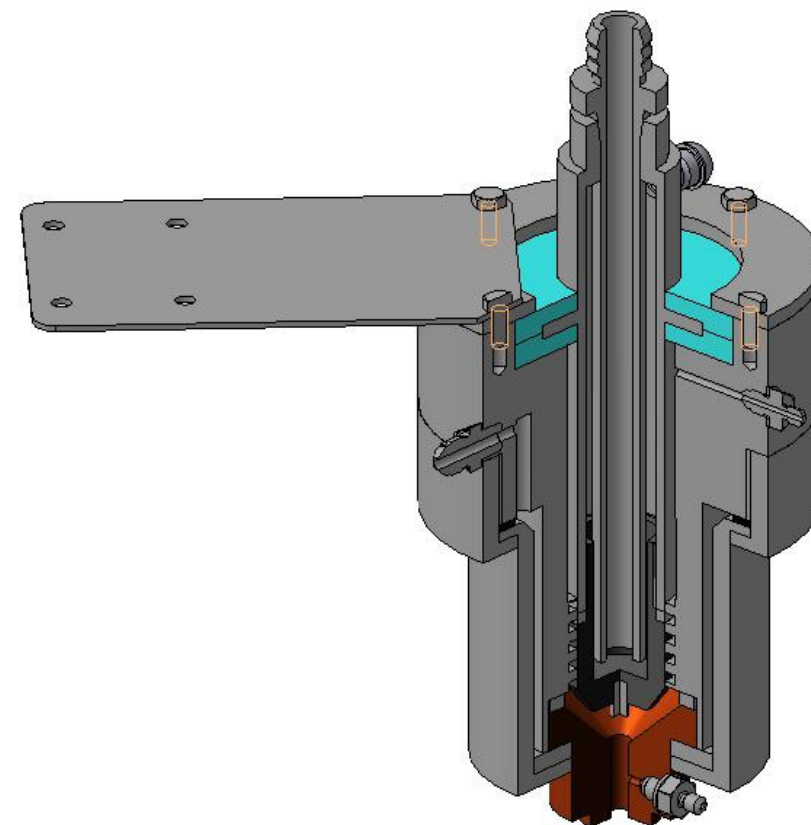
№ операції	Операційні переходи	Схема установлення	Обладнання
005	<u>Мийна</u> 1. Встановити і зняти деталь; 2. Мити в розчині «Лабамід-101».		Камерна струменева машина ОМ-4610
010	<u>Шліфувальна</u> 1. Встановити і зняти деталь; 2. Шліфувати поверхню 1 до розміру $\varnothing 69^{+0,4}_{+0,1}$; 3. Переустановити і зняти деталь; 4. Шліфувати поверхню 2 до розміру $\varnothing 79^{+0,4}_{+0,1}$.		Верстат 3А423
015	<u>Напилувальна</u> 1. Встановити і зняти деталь; 2. Напилити поверхню 1 до розміру $\varnothing 71,7$; 3. Переустановити і зняти деталь; 4. Напилити поверхню 2 до розміру $\varnothing 81,7$.		Установка з ЧПК на базі «Festo»;

020	<u>Шліфувальна</u> 1. Встановити і зняти деталь; 2. Шліфувати поверхню 1 начорно до розміру $\varnothing 70,7$; 3. Переустановити і зняти деталь; 4. Шліфувати поверхню 2 начорно до розміру $\varnothing 80,7$.		Верстат 3А423
025	<u>Шліфувальна</u> 1. Встановити і зняти деталь; 2. Шліфувати поверхню 1 начисто до розміру $\varnothing 70^{+0,039}_{+0,02}$; 3. Переустановити і зняти деталь; 4. Шліфувати поверхню 2 начисто до розміру $\varnothing 80^{+0,039}_{+0,02}$.		Верстат 3А423
030	<u>Контрольна</u> 1. Встановити і зняти деталь; 2. Перевірити $\varnothing 70^{+0,039}_{+0,02}$; 3. Перевірити $\varnothing 80^{+0,039}_{+0,02}$.		1. Стіл контрольний; 2. Мікрометр ГОСТ 6507-90.

Проектування напилувального пристрою

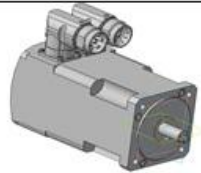

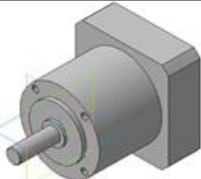


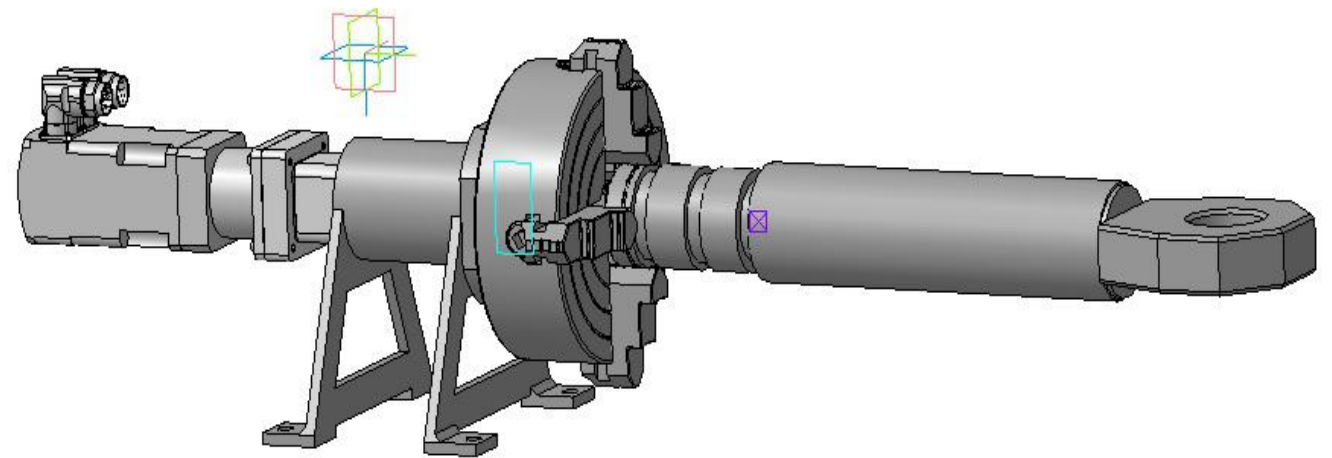
а) Конструкція напилувального пристрою



б) 3-D модель напилувального пристрою з вирізом 1/4 для огляду внутрішньої будови.

Механізм обертання деталі

Кількість	Деталь	3-D модель деталі
1	Сервомотор EMMS-AS-70-S-LS-RR	
1	Осьовий набір EAMM_A_D40_60G_S1	
1	Редуктор EMGA-60-P-G5-SAS-70	



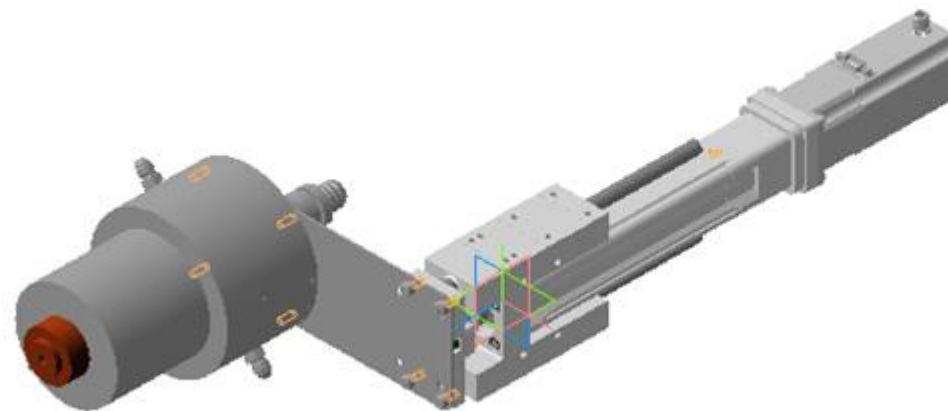
а) Елементи привода обертання

б) Обертач складений (3D-модель)

Привід переміщення напилювального пристрою

Кількість	Деталь	3-D модель деталі
1	Кроковий електродвигун EMMS-ST-57-M-SEB-G2	
1	Направляюча EAGF-V2-KF-32-100	
1	Осьовий набір EAMM-A-D32-57A	
1	Консольний електропривід ESBF-BS-32-100-5P	
1	Контролер CMMO-ST-C5-1	

а) Елементи переміщення напилювального пристрою

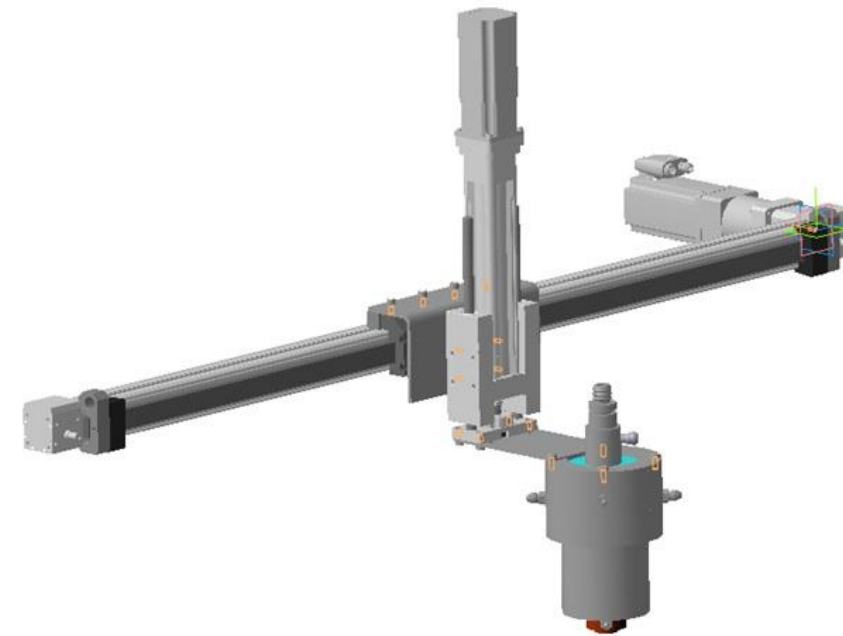


б) Консольний привід складений з кроковим електродвигуном та напилювальним пристроєм (3D-модель)

Портальний привід позиціонування

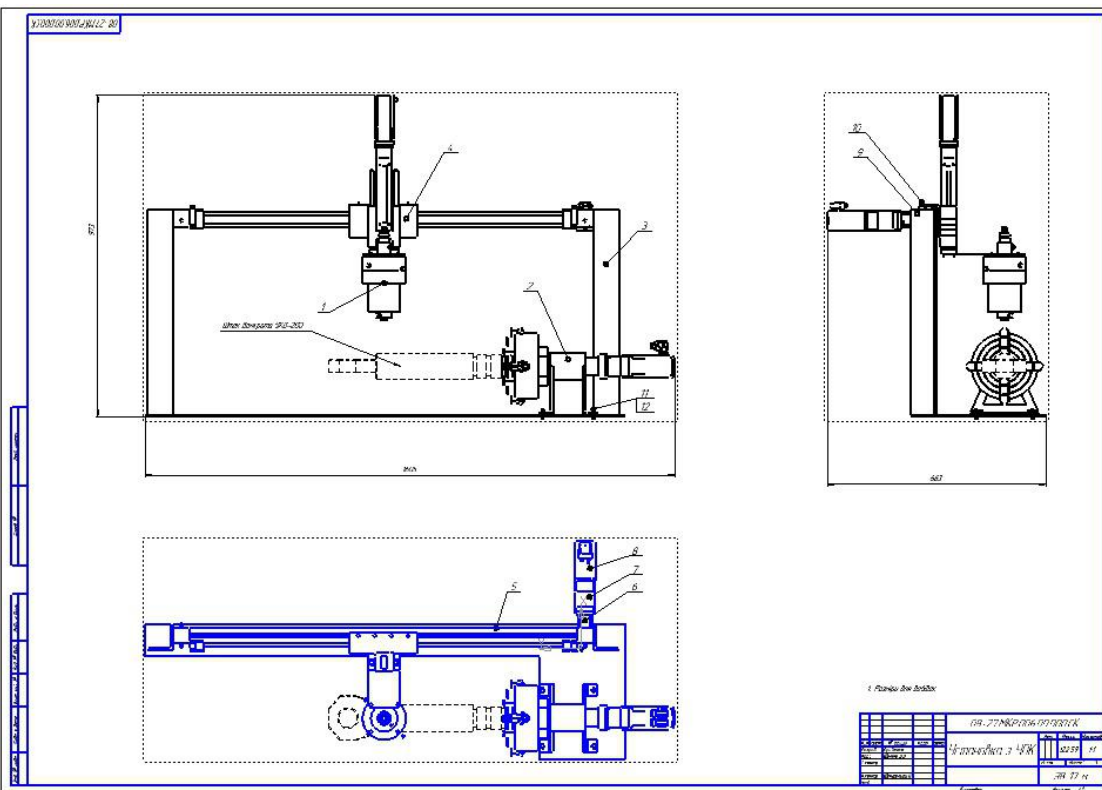
№	Кількість	Деталь	3-D Модель
1	1	Портальна вісь DGE-25-800-ZR-HD40- GK	
2	1	Серводвигун змінного струму EMME-AS-60-S-LS-Ax	
3	1	Осьовий набір EAMM-A-F30-60H	
4	1	Редуктор EMGA-60-P-G3-EAS-60	

а) Компоненти портального привода позиціонування

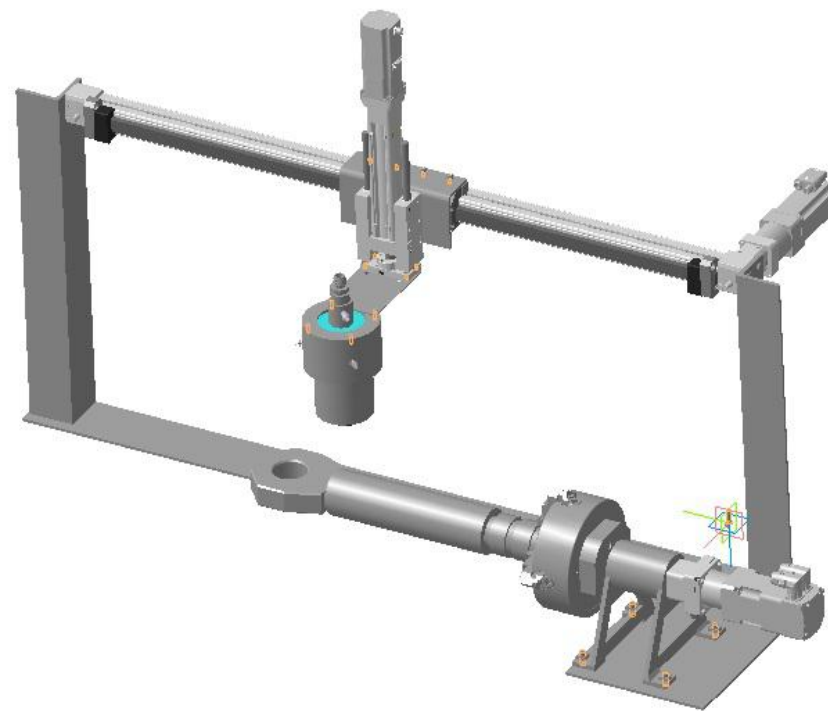


б) Механізм переміщення напилювального пристрою
(3D-модель)

Установка з числовим програмним керуванням




а) Креслення установки з ЧПК



б) 3D-модель установки з ЧПК

Висновки

1. Експериментально встановлено, що процеси відновлення можна моделювати у середовищі пакету програм кінцево-елементного аналізу;
2. Досліджено розподіл температурних полів при відновленні штока методом плазмового напилення. Розподіл температурних полів має неоднорідний характер, що спричинено різною інтенсивністю відходу тепла із зони нанесення покриття у різних напрямках;
3. Тепловий вплив викликає порівняно низькі деформації. Максимальні деформації знаходяться на краях деталі і становлять 600...700 мкм;
4. На поверхні штоку виникають переважно напруження стиску, місцями мають напруження розтягу. Границі зміни напружень від 4 до 8 ГПа;
5. Внаслідок неоднорідного розподілу температурних полів при напилюванні необхідно застосовувати один з нижченаведених методів, або їхній комплекс: варіювання режимів нанесення покриття; підігрів тих частин деталі чи обладнання, які найбільше забирають тепло із оброблюваної поверхні; охолодження деталі в місці нанесення покриття одразу після відходу пальника на наступну позицію.
6. Аналіз графіку розподілу температур показав, що отриманої після напилювання кількості тепла достатньо для початку процесів структуроутворення.

- 
7. В процесі нанесення покриття твердість та якість поверхневого шару суттєво залежать від режимів та розмірів поверхні, що наноситься; наслідком зміни твердості є зміна структури уже сформованого покриття; при розробці технологій в режимах відновлення або зміцнення поверхонь деталей необхідно враховувати реальні розміри деталей та параметри твердості і хімічного складу покриття, що наноситься.
 8. Досягається оптимальна об'ємна структура, у якої тверді зони, що складаються з більш крихкого матеріалу, ізольовані одна від однієї, а між ними розташована матриця з в'язкого матеріалу – виконується так званий принцип Шарпі-Бочвара;
 9. Розроблено маршрут відновлення робочих поверхонь штока домкрата УКД-200, завдяки якому підвищується ресурс роботи відновлених поверхонь деталі при зниженні собівартості;
 10. На базі вузлів фірми Festo розроблена установка з числовим програмним керуванням для відновлення робочих поверхонь деталі. При використанні даної установки можливе досягнення повної автоматизації процесу відновлення і підвищення раціональності використання робочих ресурсів;
 11. Економічно визначена та обґрунтована ціна реалізації відновленої деталі, яка складає 9000 грн., економічний ефект від впровадження даної технології складає 212387,45 грн. з терміном окупності 0,185 року;
 12. Техніко економічні розрахунки показали, що різниця між ціною реалізації нового виробу та ціною аналога складає близько 46 грн., що є хорошим економічним ефектом;
 13. Технологічний процес відновлення відповідає вимогам охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях. Для забезпечення нормальних умов роботи персоналу були розроблені норми параметрів згідно нормативних документів, а також розраховано параметри витяжної шафи.



ДКУЮ ЗА УВАГУ !