

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ НАГРІВАЧА ГАЗОДИНАМІЧНОГО РОЗПИЛЮВАЧА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано модернізовану конструкцію газодинамічного розпилювача порошковими матеріалами, яка розширює можливості газотермічного напилювання і дозволяє формувати покриття при знижених температурах.

Ключові слова: газодинамічне напилювання, надзвуковий струмінь, нагрівач, сопло, нагрівальний елемент.

Abstract

A modernized design hazodinamichnoho spray powder materials, which enhances the gas-thermal spraying and coating allows formation at low temperatures.

Keywords gas-dynamic spraying, supersonic jet heater, the nozzle, heating element.

Вступ

Технології газотермічного і газодинамічного напилювання (ГДН) використовуються для нанесення покриттів на поверхню металів і виробів. Об'єднує обидва цих методи те, що для покриття використовуються порошкові матеріали. Але, при газотермічному напилюванні частинки порошку, що потрапляють на підкладку мають високу температуру, зазвичай вище температури плавлення матеріалу, а при газодинамічній технології на підкладку наносяться частинки з більш низькою температурою, але мають дуже високу швидкість (500 ... 1000 м / с).

Технологія ГДН розширює можливості газотермічного напилювання і дозволяє формувати покриття при знижених температурах, що дуже важливо для виробів і матеріалів, що не допускають впливу високих температур.

Нанесення покриттів здійснюється високошвидкісним потоком частинок порошку, прискорених надзвуковим струменем газу при температурі, істотно меншою температури плавлення матеріалу частинок. Наслідком цього є відсутність газовиділення, яке утворює пористість в покритті та сприяє окислювальним процесам, що забезпечує високі антикорозійні і електропровідні властивості покриттів.

Відновлення ГДН посадкових місць підшипників дозволяє полегшити традиційну технологію ремонту і її трудомісткість. Покриття наносяться безпосередньо на зношену поверхню; процес «нарощування» металу уніфікується в силу того, що покриття можуть наноситися на будь-які метали.

Мета роботи спрощення конструкції нагрівача та зменшення часу для отримання робочої температури напилювального пристрою.

Результати дослідження

Одним із ефективних методів відновлення дефектів опорного котка танка Т-72 є напилювання за допомогою газодинамічної напилювальної установки. Опорний коток танка Т-72 призначений для сприйняття частини ваги танка та динамічних навантажень. Разом з цією функцією коток направляє та утримує гусеницю в процесі її відносного руху, запобігаючи зсуванню під час маневрування машини. Базовою деталлю котка є маточина, яка встановлюється на вісь з підшипниками і від працездатності якої залежить маневріність танку.

На кафедрі технології підвищення зносостійкості розроблено і виготовлено дослідну установку для газодинамічного нанесення функціональних покриттів. Принцип дії якої полягає в тому, що

порошкові частинки розігнані до високих швидкостей близьких до швидкості звуку при зіткненні з підложкою вступають з нею в молекулярні зв'язки і здатні утворити міцне з'єднання з основою та між самими частинками порошку [1]. Температура напиленої частинки є нижчою за температуру її плавлення.

При експлуатації дослідного розпилювального пристрою було виявлено наступні недоліки:

1. Велика вага пристрою - 6 кг.
2. Довгий час нагріву повітря до виходу на робочі режими (280-320 °С) близько 30 хв.
3. При збільшенні продуктивності установки до 2 г за хвилину і більше відбувалось залипання порошку у каналі голки і припинення можливості напилювання.

Головні задачі, які були поставлені – зменшити час виходу на робочу температуру, зменшення габаритних розмірів розпилюючого пристрою та створення установки з числовим програмним керуванням.

З метою усунення виявлених недоліків розробили нову конструкцію розпилювального пристрою, показану на рисунку 1.

Пристрій складається з сопла і нагрівача.

Нагрівач складається з корпусу 4, до якого приєднанні задня кришка 3 та передня кришка 9. Для забезпечення герметизації та термостійкості зовнішню різьбу корпусу та різьби кришок змащено термостійким герметиком.

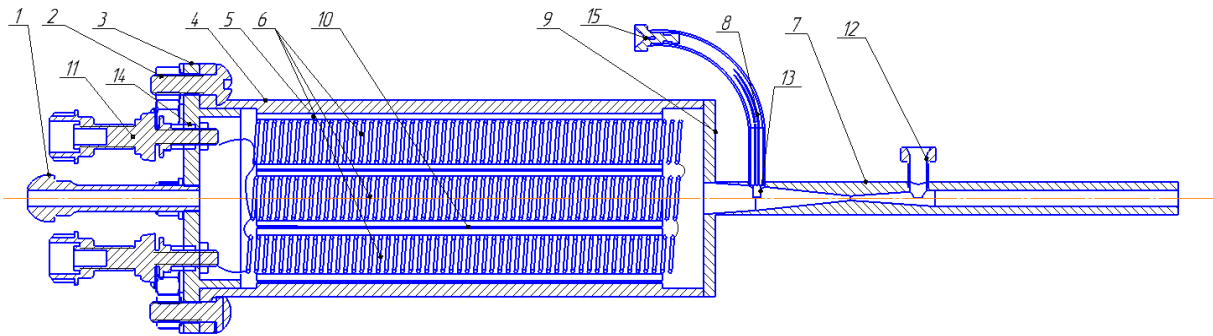


Рис.1 – Термодинамічний розпилювальний пристрій

1 – штуцер підключення стисненого повітря; 2 – кріпильні елементи; 3 – задня кришка; 4 – корпус; 5 – керамічна трубка; 6 – спіраль; 7 – сопло напилювача; 8 – канал введення термопари; 9 – передня кришка; 10 – гіпс; 11 – клема; 12 – ніпель для подачі порошку; 13 – термопара; 14 – ізоляційна трубка; 15 – заглушка

У корпусі 4 за допомогою болтів та гайок 2 закріплена кришка 3. В кришці 3 зроблені отвори, в яких розміщено штуцер подачі стисненого повітря 1 та клема підводу струму 11 на блок нагрівача 6. Для герметизації конструкції передбачені герметизуючі пасти, які наносяться на поверхні стінки кришки 3 та корпусу 4. Штуцер 1 служить для подачі повітря всередину пристрою. Повітря спочатку попадає в порожнину керамічної трубки 5 зі спіраллю 6. Далі через отвори повітря проходить крізь витки спіралі, та нагрівається до необхідної температури [1]. В середині розміщено спіраль 6 у керамічній вставці 5, яка служить ізолятором між спіраллю та корпусом, а також передбачена з конструкторських меркувань для встановлення спіралі. Керамічні трубки зв'язані гіпсом, що забезпечує герметичність та непердає температуру на корпус.

На передній частині розпилювача встановлено сопло Ловая 7, в якому розміщено термопара 13 та штуцер подачі порошку 12, на межі зони розгону повітря та зони гальмування.

Розрахуємо довжину ніхромої спіралі [2] та кількості витків спіралі.

Обираємо характеристики такі, щоб можна було напилувати порошки на основі заліза, а для цього нам потрібна висока температура:

$P = 3500 \text{ Вт}$; напруга мережі $U = 220 \text{ В}$; температура нагрівача $1200 \text{ }^\circ\text{C}$.

Як нагрівальний елемент застосували ніхромовий дріт Х20Н80. Відповідно до ГОСТ 12766.1-90 – "Дріт з прецизійних сплавів з високим електричним опором. Технічні умови" номінальне значення питомого електричного опору ніхромового дроту марки Х20Н80 становить $1,1 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2 / \text{м}$ ($\rho = 1,1 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2 / \text{м}$).

Для вибору діаметру ніхромового дроту розраховуємо силу струму, який проходить через ніхромову спіраль:

$$I = P / U = 3500/220 = 15,9 \text{ А},$$

де, P – потужність пристрою. $P = 3500 \text{ Вт}$;

U – напруга джерела живлення. $U = 220 \text{ В}$.

Знаходимо опір нагрівача:

$$R = \frac{U}{I};$$

$$R = \frac{220}{15,9} = 13,8 \text{ Ом}.$$

Виходячи із значення отриманої сили струму, що проходить через ніхромовий нагрівач, потрібно обрати діаметр дроту. Розраховавши силу струму, вибираємо з таблиці відповідне значення діаметра дроту. В нашому випадку для сили струму $15,9 \text{ А}$ і температури нагрівача 1200°C обираємо ніхромовий дріт діаметром $d = 1,1 \text{ мм}$ і площею поперечного перерізу $S = 0,95 \text{ мм}^2$, згідно рекомендацій [2].

Тоді, згідно [2] довжина ніхромового дроту складає

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S},$$

отримаємо довжину нагрівача:

$$l = \frac{R \cdot S}{\rho} = 13,8 \cdot \frac{0,5}{1,11} = 6,2 \text{ м}.$$

Таким чином нам потрібно ніхромового дроту $6,2 \text{ м}$, діаметром $1,1 \text{ мм}$.

Для визначення маси застосували програму Компас. Для цього спроектували 3D – модель розпилювального пристрою (рисунок 2).

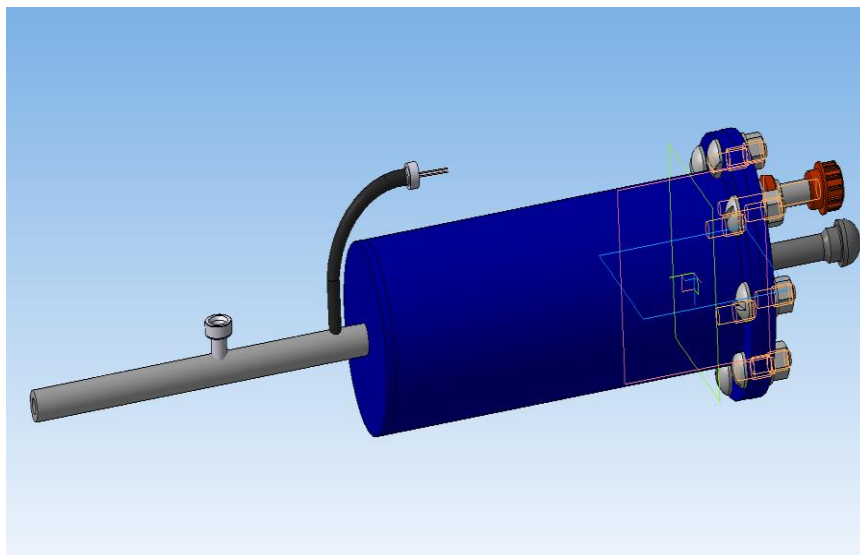


Рис. 2 – 3D модель напилювального пристрою

Маса напилювального блоку – 2,6 кг;

Корпус виготовлено з хромонікелетитанової аустенітної сталі 12X18H10T, яка має межу текучості на розрив при температурі 700°C $G_r = 180\text{--}200$ МПа.

Завдяки зміні конструкції та застосуванню сучасних термоізоляційних матеріалів вдалося значно зменшити масу розпилювального пристрою з 6 до 2,6 кг. Швидкість виходу на робочий режим зменшено з 30 до 2 хвилин. Потужність нагрівача зменшено з 5 до 3,5 кВт.

Технічні характеристики розпилювача:

Тиск споживаного стисненого повітря – 0,6–1,0 МПа (6–10 атм);

Витрата стисненого повітря – 0,4 м³/хв;

Електроживлення – 220 В, 3,5 кВт;

Продуктивність по масі покриття, що наноситься: 1–6 г/хв (0,3–2 см³/хв);

Враховуючи те, що процес нанесення покриття супроводжується значними втратами порошку (біля 50 %), а також те, що процес напилювання проходить з певною визначеною швидкістю переміщення розпилювального пристрою вздовж деталі для запобігання утворення конусоподібної плями напилювання і покращання коефіцієнту використання порошку та забезпечення рівномірного нанесення покриття, доцільно розробити установку з числовим програмним керуванням, яку можна швидко переналагоджувати під різні деталі та уникнути знаходження людини в зоні з порошковим пилом, який потрапляє у повітря в процесі напилювання.

На рисунку 3 показана установка з числовим програмним керуванням з горизонтальним розташуванням осі шпинделя обертача. Установка спроектована на базі компонентів німецької фірми FESTO [3].

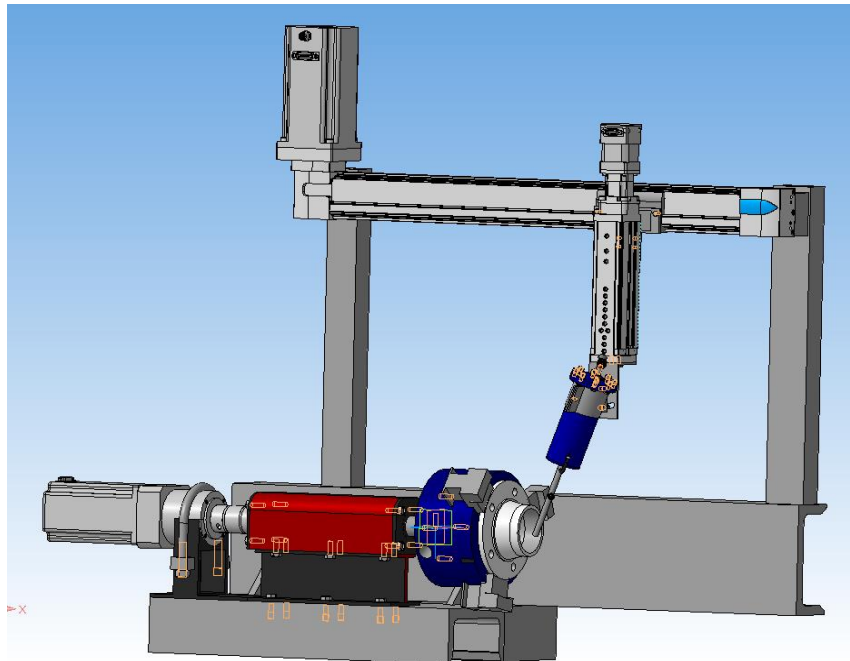


Рис. 3 – Установка з числовим програмним керуванням

Устаткування також може вбудовуватися в автоматизовані лінії, робочі пости, ділянки по нанесенню покриттів на деталі й вироби.

Висновки

Вдосконалено конструкцію газодинамічного розпилювального пристрою. завдяки новій конструкції та застосуванню сучасних термоізоляційних матеріалів вдалося значно зменшити масу розпилювального пристрою до 2,6 кг. Швидкість виходу на робочий режим зменшено з 30 до 2 хвилин. Потужність нагрівача зменшено з 5 до 3,5 кВт.

Розроблено установки з числовим програмним керуванням та автоматизований комплекс нанесення функціональних покриттів на деталі машин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Патент на корисну модель №101554 «Електронагрівач потоку стиснутого газу» Публікація відомостей 25.09.2015, Бюл.№18 про видачу патенту. Автори: Шиліна О.П., Гайдамак О.Л., Федорченко М.П.
2. Расчет и конструирование нагревателей электропечей сопротивления / Фельдман И.А., Гутман М.Б., Рубин Г.К., Шадрич Н.И. – М.: Машиностроение. – 2001.
3. WWW.FESTO.COM.UA

Поччоходжаев Сергій Батурходжаєвич – студент групи ЗВ-15м, факультет машинобудування татранспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: serpo44@yandex.ua
Шиліна Олена Павлівна – канд. техн. наук, доцент кафедри технології підвищення зносостійкості Вінницький національний технічний університет, Вінниця, epshilina.tpz@mail.ru

Pochchohodgaev Sergiy Boturhodgaevich – student of the ZV-15m, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: serpo44@yandex.ua
Shilina Olena Pavlivna – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of department of technology increasing wear resistance, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, epshilina.tpz@mail.ru