

РОЗРАХУНОК ТА ДОСЛІДЖЕННЯ НАГРІВАЧА РОЗПИЛЮВАЧА ГАЗОДИНАМІЧНОГО НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено нагрівач стиснутого повітря газодинамічного напилювального пристрою, з температурою нагріву 1000 та 1100 °С. Встановлено, що нагрівачі не витримують теплового навантаження. За результатами дослідження встановлено, що розрахункова температура не повинна перевищувати 700 °С, яка забезпечує нормальну роботу нагрівача. Наведено розрахунок нагрівача.

Ключові слова: газодинамічний напилювальний пристрій, ніхромові спіраль, нагрівач стиснутого повітря.

Abstracts

Investigated heater compressed air gas-dynamic spraying device with temperature heating 1000 and 1100 °C. Found that heaters not stand heat load. As a result of the study found that the estimated temperature should not exceed 700 °C, which provides a normal work heater. Shows the calculation of heater.

Key words: gas-dynamic spraying, nichrome the spiral, heater compressed air.

Вступ

Газодинамічний напилювальний пристрій (рисунок 1) складається з нагрівача повітря в корпусі 1 якого встановлено термостійкі діелектричні шайби 4. В отворах 5 розміщена ніхромові спіраль (на рисунку не показана), під'єднана до контактів 6. Нагрівач повітря з'єднаний з прискорювачем повітря 10.

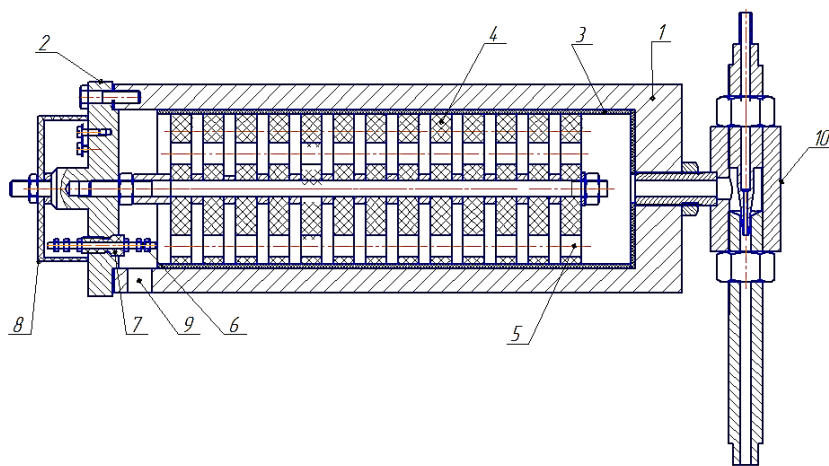


Рисунок 1 – Конструкція газодинамічного розпилювального пристрою 1 – корпус, 2 – кришка, 3 – термоізолятор, 4 – діелектричні шайби, 5 – канали для ніхромової спіралі (не показана), 6 – контакти для підключення струму до спіралі, 7 – електроізолятор, 8 – діелектрична кришка, 9 – канал для подавання стиснутого повітря, 10 – прискорювач повітря

Газодинамічний напилювальний пристрій працює наступним чином. Повітря під тиском 0,5–1 МПа подається через канал 9, вмикається струм на ніхромову спіраль, спіраль розжарюється до температури 800–900 °С. Повітря, проходячи навколо розжареної спіралі, нагрівається до температури 280–360 °С і потрапляє в прискорювач повітря, де за рахунок проходження через кільцевий критичний перетин

відбувається прискорення повітря з одночасним падінням тиску нижче атмосферного в зоні гирла сопла, це створює ефект ежекції і забезпечує всмоктування порошкового матеріалу через осьовий канал форсунки сопла розпилювального пристрою.[1,2]

Недоліком існуючого нагрівального пристрою є досить тривалий час нагрівання до температури 350 °С. пов'язаний з великими втратами температури на розсіювання у навколишнє середовище та незадовільною теплоізоляцією і великою кількістю поверхонь, які контактують з нагрітим повітрям в середині нагрівального пристрою.

Метою роботи є розробка нового нагрівального пристрою для газодинамічного напилювання покриттів більш технологічної та довговічної конструкції, здатного забезпечити регулювання температури потоку повітря в діапазоні 300–500 °С.

Результати розробки

З метою усунення зазначених недоліків розроблено дослідний нагрівач для газодинамічного напилювання функціональних покриттів, принципова схема, якого показана на рисунку 2.



Рисунок 2 – Нагрівач повітря а – розрахований на 6 керамічних трубок, б – на 4 керамічних трубки.

Загальне правило вибору діаметра дроту можна сформулювати наступним чином: необхідно вибрати дріт, у якої допустима сила струму не менше, ніж розрахована сила струму, що проходить через нагрівач. З метою економії матеріалу нагрівача слід вибирати дріт з найближчою більшою (ніж розрахована) допустимою силою струму.

Спираль діаметром 0,8 мм з ніхрому помістили в чотири керамічні трубки показані на рисунку 2 б, а спіраль діаметром 1 мм також з ніхрому розмістили в шести керамічних трубках показаних на рисунку 2 а.

Трубки розмістили в корпус газодинамічного напилювального пристрою який має товстий шар теплоізоляції з «Тепловеру» (рисунку 3).



Рисунок 3 – Газодинамічний напилювальний пристрій з вмонтованим нагрівачем.

Випробовування нагрівачів проводили при тиску 0,4 МПа. В результаті спіраль діаметром 0,8 мм розігріла за одну хвилину повітря до температури 350°C і перегоріла (розрахункова температура нагрівання спіралі 1200 °С).

Друга спіраль діаметром 1 мм розігріла повітря до температури 390 °С і також перегоріла (розрахункова температура нагрівання спіралі 1000 °С) (рисунок 4).



Рисунок 4 – Загальний вигляд перегорілої спіралі діаметром 1 мм.

Таким чином необхідно проектувати спіраль із значним запасом за температурою тобто розрахунковий нагрів повинен бути біля 700 °С, розрахунок такої спіралі наведено нижче.

Вихідні дані: Пристрій потужністю $P = 2,03 \text{ Вт}$; напруга мережі $U = 220 \text{ В}$ температура нагрівача 700°C. Як нагрівальний елемент використовується ніхромовий дріт Х20Н80.

1. Визначаємо силу струму, яка буде проходити крізь нагрівальний елемент:

$$I = P / U = 2030 / 220 = 9,15 \text{ А.}$$

2. Знаходимо опір нагрівача:

$$R = U / I = 220 / 9,15 = 24,04 \text{ Ом};$$

3. Виходячи із значення отриманої сили струму, що проходить крізь ніхромовий нагрівач, необхідно вибрати діаметр дроту. І цей момент є важливим. Тому, розрахувавши силу струму, необхідно вибрати з таблиці відповідне значення діаметра дроту. В нашому випадку для сили струму 9,15 А і температурі нагрівача 700°C вибираємо ніхромовий дріт з діаметром $d = 0,8 \text{ мм}$ і площею поперечного перерізу $S = 0,503 \text{ мм}^2$.

Загальне правило вибору діаметра дроту можна сформулювати наступним чином: необхідно вибрати дріт, для якого допустима сила струму не менше, ніж розрахункова сила струму, що проходить крізь нагрівач. З метою економії матеріалу нагрівача слід вибрати дріт з найближчою більшою (ніж розрахункова) допустимою силою струму.

4. Далі визначимо довжину ніхромового дроту.

$$R = \rho \cdot l / S,$$

де R – електричний опір провідника (нагрівача) [Ом],

ρ – питомий електричний опір матеріалу нагрівача [$\text{Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$],

l – довжина провідника (нагрівача) [мм], S – площа поперечного перерізу провідника (нагрівача) [мм^2].

Таким чином, отримаємо довжину нагрівача:

$$l = R \cdot S / \rho = 24,04 \cdot 0,503 / 1,11 = 10,9 \text{ м.}$$

За розрахованими значеннями виготовили новий нагрівач який витримав теплове навантаження та показав задовільну швидкість нагрівання стиснутого повітря до 400 °С за 3 хв.

Висновок

Поведені дослідження показали, що при проектуванні нагрівача стиснутого повітря газодинамічного напилювального пристрою слід враховувати специфічні умови розміщення ніхромової спіралі в обмеженому просторі керамічних трубок, а також те, що останні витки спіралі на виході стиснутого повітря з керамічної трубки обдуваються стиснутим повітрям попередньо нагрітим витками спіралі на вході в керамічну трубку, що може призводити до перегріву витків спіралі на виході з керамічної трубки.

Відповідно розрахункові значення нагріву спіралі треба зменшувати на 300-400 °С.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пат. 2237746 Российская Федерация, МПК С 23 С 24/04. Способ газодинамического нанесения покрытий и устройство для его осуществления / Каширын А. И., Ключев О. Ф., Шкодин А. В; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Однинский центр порошкового напыления». — № 2003100745/02; заявл. 14.11.03; опубл. 10.10.04, Бюл. №15 (II ч.).

2. Пат. 110552 Україна, МПК С 23 С 24/00. Пристрій для газодинамічного нанесення покриття з радіальною подачею порошкового матеріалу / Гайдамак О.Л.; заявник та патентовласник Гайдамак О.Л. — № а201405543; заявл. 23.05.14; опубл. 12.01.2016, Бюл. № 1.

Гайдамак Олег Леонідович – канд. техн. наук, доцент кафедри технології підвищення зносостійкості Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vntu111@gmail.com

Войтенко Володимир Олександрович – студент групи ЗВ-17м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail volodymyr1voitenko@gmail.com

Gaydamak Oleg L. – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of department of technology increasing wear resistance, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vntu111@gmail.com

Voitenko Volodymyr O. – student of the ZV-17m, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: volodymyr1voitenko@gmail.com