**Харламов Максим Юрійович. Підвищення ефективності технологічних процесів детонаційного напилювання покриттів на основі комплексної математичної моделі : дис... канд. техн. наук: 05.03.06 / НАН України; Інститут електрозварювання ім. Є.О.Патона. - К., 2005**

|  |  |
| --- | --- |
|

|  |
| --- |
| Харламов М.Ю. Підвищення ефективності технологічних процесів детонаційного напилювання покриттів на основі комплексної математичної моделі. - Рукопис.Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.03.06 – Зварювання та споріднені технології. – Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, м. Київ, 2005 р.Дисертація присвячена розробці математичних моделей процесів детонаційного напилювання покриттів (ДНП), дослідженню на їхній основі закономірностей поводження порошкових часток при напилюванні й створенню методів вибору раціональних технологічних режимів і скорочення затрат при розробці технологічних процесів (ТП) ДНП. Розроблено структурну схему комплексного математичного моделювання процесів ДНП, при цьому виділені вхідні й вихідні параметри моделей основних стадій ДНП і встановлено їхній взаємозв'язок. Розроблена модель генерації імпульсного струменя продуктів газової детонації та математична модель, що описує фізику взаємодії порошкових часток і продуктів детонації всередині ствола детонаційної установки і в зовнішньому середовищі. Створено відповідне програмне забезпечення й проведені чисельні дослідження фізичних процесів, що протікають при детонаційному напилюванні. Запропоновано принципи створення системи підтримки прийняття рішень (СППР) для розробки ТП ДНП. Розроблено й програмно реалізовано інформаційно-пошукову систему для вибору газотермічних покриттів, із фреймовою структурою подання знань, а також метод визначення раціональних технологічних режимів ДНП, заснований на використанні генетичного алгоритму, які входять у СППР як підсистеми. Представлено рекомендації для побудови комплексної системи автоматизованого керування ТП ДНП. |

 |
|

|  |
| --- |
| 1. Проведено теоретичні дослідження робочого циклу детонаційного напилювання покриттів. Установлено, що детонаційне напилювання є багатофакторним багатокритеріальним процесом, моделювання якого можливо на основі комплексу математичних моделей його окремих стадій з наскрізною передачею даних між ними. Розроблено відповідну схему комплексного моделювання й структуру діалогового моделюючого комплексу. Показано, що для одержання високощільних покриттів з підвищеною адгезійною і когезійною міцністю необхідні температурно-швидкісні умови зіткнення часток, що забезпечують величину напірного тиску на рівні динамічної границі текучості матеріалу поверхневого шару й відповідно контрольований рівень пластичної деформації основи в зоні контакту із часткою.2. Розроблено математичну модель генерації імпульсного струменя продуктів газової детонації, а також модель для визначення просторово-тимчасових характеристик потоку напилюємих часток, як усередині ствола детонаційної установки, так і в зовнішньому середовищі, у тому числі й при використанні стволів змінного перетину. Створено відповідне програмне забезпечення, що включає базу даних термодинамічних і фізичних властивостей газів і порошкових матеріалів. Установлено, що вихід детонаційної хвилі на зріз ствола й поширення усередину нього хвилі розрідження, призводить до росту швидкості й зниженню температури продуктів детонації на 500…2000 градусів залежно від складу газової суміші, при цьому в процес витікання втягується вся маса продуктів детонації по довжині ствола. Це обумовлює двостадійність розгону й нагріву часток за детонаційною хвилею й у хвилі розрідження.3. Обґрунтовано можливість керування швидкістю й температурою часток, що напилюються, комплексом технологічних параметрів детонаційного напилювання: формою й розмірами ствола; складом горючої суміші й ступенем заповнення ствола; величиною дози порошку і її просторовим розподілом; формою й розмірами часток порошку; дистанцією напилювання. Проведено чисельні дослідження поводження часток оксиду алюмінію діаметром 20 мкм. Показано, що регулюючи початкові параметри газового заряду (склад суміші й ступінь заповнення нею ствола) можна змінювати температуру й швидкість часток порошку в діапазоні 1750…2350 К й 660…870 м/с відповідно. Підвищення величини одиничної дози порошку й розмірів його часток веде до значного зниження швидкості й температури часток. Збільшення дистанції напилювання з 50 до 300 мм приводить до збільшення швидкості часток з 650 до 900 м/с і зниженню їхньої температури. При довжині вихідної хмари газосуспензії в стволі менш 16 мм і величині дози порошку більше 0,1 г міжфазний теплообмін внаслідок високої об'ємної концентрації часток погіршується.4. Показано, що в процесі витікання двофазного потоку зі ствола детонаційної установки порошкова хмара збільшується в радіальному й осьовому напрямках, внаслідок чого об'ємна концентрація часток знижується в 2…10 разів у порівнянні з початковою. При цьому частки відхиляються від прямолінійної траєкторії руху. Зі зменшенням щільності матеріалу часток і їхнього діаметра ступінь радіального відхилення збільшується. Радіальний зсув часток у процесі їхнього руху залежить також від їхнього первісного положення щодо осі ствола й істотно зростає для часток, розташованих поблизу стінок ствола (становлячи для часток Al2O3діаметром 10 мкм кут між віссю ствола й траєкторією руху близько 3).5. Установлено, що формування одиничного шару покриття відбувається в умовах змінних значень швидкості й температури часток порошку в імпульсному потоці. При напилюванні порошком оксиду алюмінію (діаметр часток 40 мкм, ствол довжиною 1,6 м, суміш C2H2+2,5O2, дистанція напилювання 200 мм, глибина завантаження 0,7 м) коливання швидкості часток становлять ±10% від середнього значення 765 м/с, температура часток зростає з 2200 К у головної частині потоку, до 2350 К, час формування одиничного шару – 2,5 мс. Показано, що зміною технологічних параметрів можна регулювати розподіл швидкості й температури часток порошку в імпульсному потоці під час взаємодії з основою, а тим самим умови формування одиничного шару покриття.6. Розроблено принципи створення системи підтримки прийняття рішень для автоматизованого проектування технологічних процесів детонаційного напилювання покриттів, що складається з блоку самостійних модулів. Як структурні елементи даної системи створені інформаційно-пошукова система, що містить відомості про розроблені газотермічні покриття і полегшує роботу інженерів-технологів по їхньому вибору, а також автоматизована система для пошуку раціональних режимів напилювання, що забезпечують необхідні для одержання покриття із заданими властивостями значення швидкості й температури часток порошку. Для раціонального вибору технологічних режимів розроблено і програмно реалізовано метод, заснований на використанні генетичного алгоритму. Застосування даного методу зменшує витрати часу на розробку технологій детонаційного напилювання в 5...10 разів.7. Розроблено алгоритм керування й рекомендації для побудови комплексної системи керування процесом детонаційного напилювання покриттів. Верхній рівень системи керування призначений для автоматизації розробки технологій детонаційного напилювання на основі системи підтримки прийняття рішень, нижній - для безпосереднього автоматичного керування технологічним процесом за допомогою пристроїв зв'язку з об'єктом. |

 |