

Urządzenie laboratoryjne do wytwarzania powłok metodą zimnego natrysku

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie laboratoryjne służące do wytwarzania powłok metodą zimnego natrysku wyposażone w numeryczne sterowanie w czterech osiach oraz kamerę służącą do skanowania powierzchni i monitorowania przebiegu procesu.

Opis zgłoszenia patentowego [WO2024126493A1](#) obejmuje urządzenie do wytwarzania struktur hybrydowych. Urządzenie składa się z głowicy rozpylającej zimny gaz, modułu przetwarzającego i sterownika. Głowica rozpylająca zimny gaz i moduł przetwarzający są umieszczone we wspólnej jednostce. Sterownik jest skonfigurowany do sterowania działaniem głowicy rozpylającej zimny gaz i modułu przetwarzającego w taki sposób, że pierwszy etap roboczy jest wykonywany przez głowicę rozpylającą zimny gaz, a drugi etap roboczy jest wykonywany przez moduł przetwarzający. Pierwszy etap roboczy i drugi etap roboczy są inicjowane jeden po drugim lub jednocześnie. Dostarczono również metodę wytwarzania struktury hybrydowej przy użyciu urządzenia.

Opis zgłoszenia patentowego [US2003190415A1](#) obejmuje metodę osadzania dużych cząstek o średniej średnicy nominalnej do 250 mikronów na podłożach za pomocą kinetycznego systemu natryskowego. Metoda wykorzystuje rurkę wtryskiwacza proszku o zmniejszonej średnicy wewnętrznej i dyszę typu de Laval o wydłużonej długości od gardzieli do końca wylotowego. Metoda pozwala na osadzanie znacznie większych cząstek niż było to możliwe wcześniej.

Opis zgłoszenia patentowego [EP2176439A2](#) dotyczy centrum obróbczego do połączonego wytwarzania przedmiotu obrabianego za pomocą formowania termicznego i obróbki subtraktywnej, zawierającego komorę formowania, w której zarówno obróbka addytywna, jak i subtraktywna przedmiotu obrabianego odbywa się wewnątrz centrum obróbczego.

Opis patentowy [US10328441B2](#) obejmuje urządzenie do powlekania składające się z: jednostki podpierającej do podpierania obiektu do powlekania; oraz zespołu natryskowego do natryskiwania płynu zawierającego materiał do powlekania, który ma być powlekany przez obiekt do powlekania umieszczony na jednostce podpierającej. Zespół natryskowy składa się z: zespołu dysz, w którym rozpylana jest ciecz; oraz zespołu zasilania cieczą do dostarczania cieczy do zespołu dysz. Zespół dysz składa się z: korpusu zawierającego przejście dla płynu i jednostki dielektrycznej wyposażonej w materiał dielektryczny; oraz źródła plazmy do generowania plazmy z płynu, który przepływa do obszaru przylegającego do wewnętrznej powierzchni bocznej jednostki dielektrycznej. Źródło plazmy składa się z: elektrody zasilającej dostarczającej prąd oraz elektrody uziemiającej.

Opis patentowy [US6283386B1](#) obejmuje urządzenie do kinetycznego powlekania natryskowego powierzchni substratów poprzez wtryskiwanie porywanych powietrzem lub gazem proszków o małych cząstkach w zakresie do co najmniej 106 mikronów, przyspieszanych do prędkości naddźwiękowej w dyszy natryskowej. Korzystnie proszki metali, stopów, polimerów i ich mieszanin lub z półprzewodnikami lub ceramiką są porywane w nieogrzewanym powietrzu i przepuszczane przez rurkę wtryskową do większego strumienia ogrzanego powietrza w celu wymieszania i przyspieszenia przez dyszę naddźwiękową do powlekania wyrobu przez uderzenie

cząstek, które można uzyskać. Preferowane urządzenie obejmuje zasilanie powietrzem pod wysokim ciśnieniem, które przenosi porwane cząstki o wielkości przekraczającej 50 mikronów przez rurkę wtryskową do ogrzanego powietrza w komorze mieszania w celu wymieszania i przyspieszenia w dyszy. Komora mieszania jest zasilana ogrzonym powietrzem pod wysokim ciśnieniem przez główny kanał powietrzny o stosunku powierzchni względem rury wtryskowej wynoszącym co najmniej 80/1.

Z katalogu firmy Dymet znana jest komora „CSM-DC 3 in 1” wyposażona w odpylacz <https://dymet.ee/products-2/csm-dc/> jednak w tym przypadku samo urządzenie obsługuje się ręcznie.

Z katalogu firmy MECART znana jest komora akustyczna przeznaczona do natryskiwania cold spray <https://mecart.com/projects/completed-projects/acoustic-enclosure-for-cold-spray-additive-manufacturing-csam/>

Z katalogu firmy Metal Tech. & Mgmt. Inc. <https://www.metaltechmgmt.com/cold-spray-equipment/> znane są komory zarówno obsługiwane manualnie jak i zrobotyzowane.

Z artykułu „Perspektywy natryskiwania niskociśnieniową metodą cold spray” Aleksandra Małachowska Marcin Winnicki Andrzej Ambroziak, Przegląd Spawalnictwa 10/2012, znane jest stanowisko sterowane numerycznie wraz ze szczelną komorą z odciąganiem pyłów. W tym przypadku dysza wykonuje ruchy w płaszczyźnie.

Z artykułu Effect of accelerating gas temperature on microstructure and properties of cold sprayed Al coating on polyether ether ketone (PEEK), Hanhui Liu, Naeem ul Haq Tariq, Yupeng Ren, Jing Luo, Housheng Liu, LiJia Zhao, Xinyu Cui, Jiqiang Wang, Tianying Xiong, Surface & Coatings Technology 429 (2022) 127972, znane jest stanowisko wykorzystujące ramię robota na którym zamontowana jest dysza do natrysku.

Celem wynalazku jest wytwarzanie powłok metodą zimnego natrysku dla powierzchni zakrzywionych co jest możliwe dzięki zastosowaniu sterowania numerycznego w czterech osiach oraz kamery pozwalającej na skanowanie i monitorowanie powierzchni zarówno przed, w trakcie jak i po wykonaniu powłoki.

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie laboratoryjne do wytwarzania powłok metodą zimnego natrysku. Urządzenie posiada obudowę, w której znajduje się kolumna wyposażona w wózek z napędem liniowym. Do wózka z napędem liniowym zamocowana jest dysza zimnego natrysku, z podłączonym do niej przewodem doprowadzającym sprężone powietrze z proszkiem oraz przewodem zasilającym grzałki energią elektryczną. **Jego istotą jest to, że** dysza zimnego natrysku zamocowana jest do wózka z napędem liniowym za pomocą napędu liniowo-obrotowego o ruchu liniowym poprzecznym do osi kolumny oraz ruchu obrotowym wokół osi poprzecznej do osi kolumny. Do korpusu dyszy zamocowana jest kamera z wbudowanym oświetleniem, zaś wewnątrz obudowy umieszczony jest napęd krzyżowy sterowany numerycznie o liniach przesuwu leżących w płaszczyźnie podstawy.

Korzystnym skutkiem zastosowania wynalazku jest to, że dzięki zastosowaniu sterowania numerycznego można uzyskiwać powłoki o powtarzalnych parametrach i stałej grubości, można szybko i precyzyjnie określać odpowiednie parametry procesu takie jak: masa podawanego proszku, temperatura, prędkość posuwu, odległość dyszy od powierzchni materiału. Wbudowana kamera posiada wielofunkcyjne zastosowanie: istnieje możliwość rejestracji całego procesu w formie nagrania wideo oraz dzięki algorytmowi rozpoznawania obrazu można w sposób automatyczny wpływać na parametry procesu lub jego przerwanie.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania jest uwidoczniony na rysunku, na którym poszczególne figury przedstawiają:

- Fig, 1 – widok urządzenia w przekroju,
- Fig, 2 – widok urządzenia zamocowanego na stanowisku,
- Fig, 3 – widok urządzenia wraz ze stanowiskiem od frontu,
- Fig, 4 – widok urządzenia wraz ze stanowiskiem z boku,
- Fig. 5 – widok urządzenia wraz ze stanowiskiem od góry.

Urządzenie laboratoryjne do wytwarzania powłok metodą zimnego natrysku w przykładzie wykonania składa się z obudowy urządzenia 1, wykonanej z profili aluminiowych z przeziernymi ścianami ze szkła organicznego zapewniającymi możliwość obserwacji procesu oraz wyposażonej w parę drzwi. Wewnątrz obudowy 1 umieszczony jest napęd krzyżowy 3 sterowany numerycznie do którego zamocowana jest część 2, na której powierzchni będzie наносzona powłoka zimnego natrysku. W obudowie 1 znajduje się kolumna 4 wyposażona w wózek z napędem liniowym 5. Do wózka 5 zamocowany jest napęd liniowo – obrotowy 6 pozwalający na wykonywanie ruchu poprzecznie do osi kolumny 4 oraz obrót wokół osi prostopadłej do osi kolumny 4. Do napędu liniowo – obrotowego 6 przymocowana jest dysza zimnego natrysku 7, do której doprowadzane są: proszek, sprężone powietrze oraz energia elektryczna poprzez przewód doprowadzający 8. Do korpusu dyszy 7 zamocowana jest kamera z wbudowanym oświetleniem 9. W tylnej ścianie urządzenia znajduje się odciąg pyłów 10. Urządzenie laboratoryjne spoczywa na stole roboczym 12. Stół roboczy 12 podzielony jest na sekcje. W lewej sekcji znajduje się urządzenie zimnego natrysku 11, w sekcji środkowej znajdują się: komputer 13, sterownik CNC 14 oraz zasilacza 15, w prawej sekcji umieszczone są pojemniki z proszkiem 22. Do stołu roboczego 12 zamocowany jest monitor 19, zaś na jego blacie umieszczono: panel zdalnego sterowania 16, mikroskop cyfrowy 17, cyfrową wagę laboratoryjną 18, klawiaturę 20 oraz mysz komputerową 21.

Działanie urządzenia laboratoryjnego polega na tym, że z pojemników 22 zawierających proszki metali wybiera się odpowiedni i dostarcza do urządzenia zimnego natrysku 11. Następnie uruchamiany jest komputer 13, zasilacz 15 oraz sterownik CNC 14. Do obudowy urządzenia 1 wprowadza się część 2 i mocuje na napędzie krzyżowym 3. Program sterujący parametrami dyszy zimnego natrysku 7, napędem krzyżowym 3, napędami 5 i 6 oraz kamerą z oświetleniem 9 uruchamiany jest z poziomu komputera 13 wyposażonego w monitor 19, klawiaturę 20 oraz mysz 21.

Program dzięki wbudowanej kamerze 9 może dokonać skanowania powierzchni części 2 i dostosować odpowiednie przemieszczenia napędów 3, 5 i 6 tak by zachować odpowiednią odległość i prostopadłość dyszy do powierzchni części 2. Może zostać także uruchomiony odpowiedni algorytm porównujący obraz z kamery 9 ze wzorcem w komputerze 13 i przerwanie procesu po osiągnięciu odpowiedniego widoku powierzchni. Przed uruchomieniem programu włączany jest odciąg, który zasysa powietrze z przestrzeni obudowy 1 poprzez odciąg pyłów 10. Podawanie proszku metalu oraz sprężonego powietrza i regulacja temperatury dyszy zimnego natrysku 7 odbywają się ze zdalnego panelu sterowania 16. Po skończonym procesie próbka jest wyjmowana z obudowy 1 i poddawana ważeniu na wadze cyfrowej 18 oraz dokonywane są obserwacje mikroskopowe na mikroskopie cyfrowym 17, które są podłączone do komputera 13.

RZECZNIK PATENTOWY

Maciej Nowicki
mgr inż. Maciej Nowicki
Nr wp. 3476

Wykaz oznaczeń:

- 1 Obudowa urządzenia
- 2 Część - materiał na który nanoszone jest pokrycie zimnego natrysku
- 3 Napęd krzyżowy, sterowany numerycznie
- 4 Kolumna
- 5 Wózek z napędem liniowym
- 6 Napęd liniowo – obrotowy
- 7 Dysza zimnego natrysku
- 8 Przewód doprowadzający
- 9 Kamera z wbudowanym oświetleniem
- 10 Odciąg pyłów
- 11 Urządzenie zimnego natrysku
- 12 Stół roboczy
- 13 Komputer
- 14 Sterownik CNC
- 15 Zasilacz
- 16 Panel zdalnego sterowania
- 17 Mikroskop cyfrowy
- 18 Cyfrowa waga laboratoryjna
- 19 Monitor
- 20 Klawiatura
- 21 Mysz komputerowa
- 22 Pojemniki na proszki zimnego natrysku