

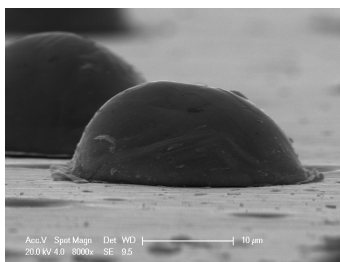
# Nakładanie warstw niskociśnieniową metodą Cold Spray

Mikołaj Małecki 237339 K00-24b

24 marca 2020

## 1 Wprowadzenie

Metoda cold spray to metoda addytywnego wytwarzania powłok bądź całych elementów. Polega ona na wyrzucie materiału nanoszonego w postaci drobnego ( $5 - 150[\mu m]$ ) stałego proszku wraz z gazem nośnym (np. tlen, hel). Gaz z doprowadzanym proszkiem jest wystrzeliwany z dużą prędkością rzędu do  $1200 \frac{m}{s}$ . Proszek uderzający o powierzchnię materiału odkształca się plastycznie i generuje niewielką ilość energii cieplnej.



Rysunek 1: Zdjęcie drobinki tytanu natryskanego na powierzchnię stali [2]

Z uwagi na naturę tej metody - nie jest ona szczególnie dokładna, natomiast wykorzystuje się ją do technik produkcji przyrostowej metali, polimerów, ceramik czy kompozytów. Element wytworzony lub uzdatniony tą metodą oczywiście trzeba poddać obróbce wykańczającej, natomiast i tak umożliwia wiele dodatkowych przypadków użycia w porównaniu do obróbki ubytkowej. Jednym z takich przypadków jest "drukowanie" 3D metodą cold spray do której nawiązanie można będzie znaleźć w późniejszej sekcji dokumentu.



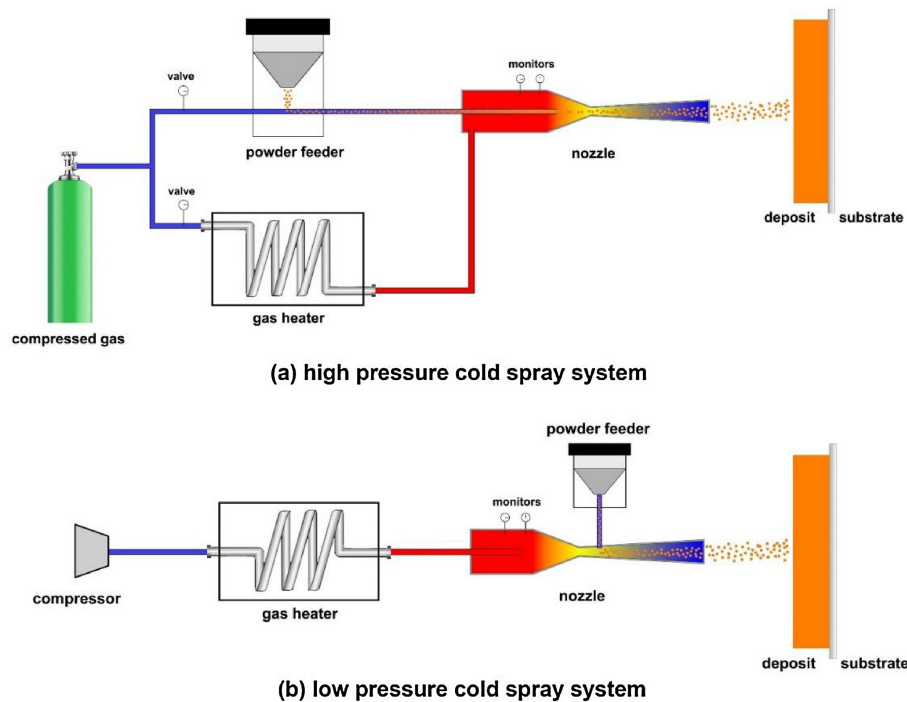
Rysunek 2: Proces renowacji [1]

## 2 Technika metody

Technikę natryskiwania na zimno można podzielić na dwie kategorie:

- wysoko ciśnieniową  $> 1\text{MPa}$
- nisko ciśnieniową  $< 1\text{MPa}$

Różnią się miejscem podawania materiału natryskiwanego oraz w wysokociśnieniowej metodzie gaz pod ciśnieniem jest rozdzielany na dwa strumienie jak na rysunku poniżej:



Rysunek 3: Schemat systemów natrysku zimnym gazem [1]

Ważnym elementem tego systemu jest Dysza de Laval:

### Definition 1: Dysza de Laval

Kanał aerodynamiczny dzięki któremu można uzyskać przepływ naddźwiękowy wykorzystywany w niektórych typach turbin parowych, w silnikach odrzutowych i rakietowych. Wynalazcą urządzenia jest Gustaf de Laval (1845–1913), szwedzki inżynier i przemysłowiec. [3]

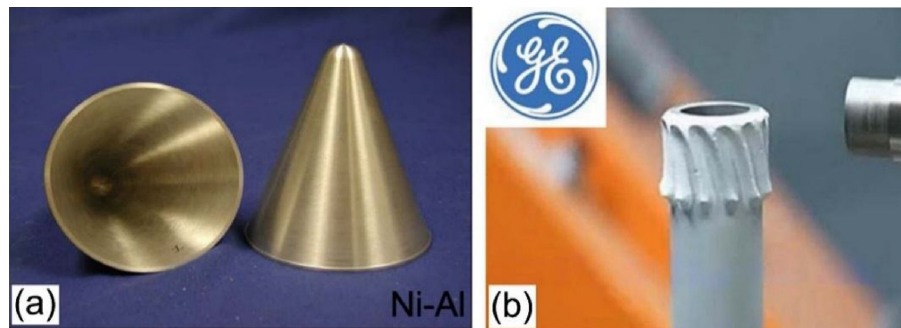
Materiał nanoszony musi uzyskiwać wysokie wartości prędkości wyrzutu żeby na kontrolowanej odległości od płaszczyzny nanoszenia uzyskiwać żądane parametry warstwy.

### 3 Technika addytywna

Druk 3D z użyciem cold spray'u ma dużo mniejszy zakres zastosowań niż tradycyjny druk 3D FDM czy SLA, jest to spowodowane mniejszą dokładnością nanoszenia z uwagi na szeroki rozrzut cząsteczek nanoszonego materiału podczas kontaktu z powierzchnią. Najlepsze efekty dla tej metody uzyskuje się dla brył obrotowych gdzie układ współrzędnych zamiast kartezjańskiego jest biegunowy. Rozrzut natryskiwanych cząsteczek wyrównuje się na kolejnych warstwach dla całego elementu.

### 4 Podsumowanie

Technika ta świetnie nadaje się do nanoszenia warstw ochronnych oraz reperowania zużytych powierzchni lub nawet części elementów. Jednakże z uwagi na niedeterministyczną naturę procesu jego zastosowanie w produkcji precyzyjnych elementów zostanie tylko mrzonką pasjonatów tradycyjnego druku 3D.



Rysunek 4: Elementy o złożonym kształcie wykonane metodą druku 3D cold spray [1]

### Literatura

- [1] Shuo Yin *Additive Manufacturing*.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214860417302993>
- [2] From Wikipedia, the free encyclopedia *Cold spraying*.  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Cold\\_spraying](https://en.wikipedia.org/wiki/Cold_spraying)
- [3] From Wikipedia, the free encyclopedia *Dysza de Laval*.  
[https://pl.wikipedia.org/wiki/Dysza\\_de\\_Lavala](https://pl.wikipedia.org/wiki/Dysza_de_Lavala)